

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Académico Profesional de Biología - Microbiología

**“Impacto de la actividad minera sobre las comunidades
acuáticas del Rio Uchusuma- Vila Vilani”**

TESIS

Presentada por

Bach. KAREN SUHELEN YANA AÑAMURO

Para optar el Título Profesional de:

BIÓLOGO-MICROBIÓLOGO

TACNA-PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS

TESIS N° 263

TÍTULO PROFESIONAL DE:
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO

El secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias, certifica que por Resolución de Facultad N° 8298-2015-FACI-UNJBG, el Consejo de Facultad ha designado como jurados para la sustentación de la tesis:

“Impacto de la actividad minera sobre las comunidades acuáticas del Rio Uchusuma- Vila Vilani”

El mismo que está conformado por:

PRESIDENTE : MGR. DALADIER CASTILLO COTRINA
SECRETARIO : MGR. ROBERTO CASTELLANOS CABRERA
MIEMBRO : BLG.MCBLG. LUIS LLOJA LOZANO

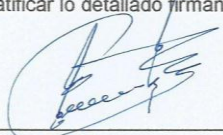
Para examinar y calificar la sustentación de tesis en acto público el día 11 de noviembre del 2015 a las 10:00 horas.

Presentado por el Bachiller: **KAREN SUHELEN YANA AÑAMURO**, de la Escuela Académico Profesional de Biología - Microbiología.

Los miembros del Jurado Calificador, en forma individual y secreta emitieron su calificación sobre la tesis expuesta y procedió a emitir el siguiente resultado:

Aprobado por **UNANIMIDAD**, con el calificativo de **BUENO** y promedio de 16.

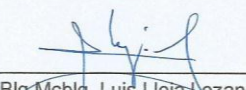
Para ratificar lo detallado firman:



Mgr. Daladier Castillo Cotrina
Presidente



Mgr. Roberto Castellanos Cabrera
Secretario



Blg. Mtblg. Luis Lloja Lozano
Miembro

DEDICATORIA

A Dios gracias, por iluminarme siempre con tu luz, me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado, por ello, con toda la humildad de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi investigación a Dios.

A mi Padre Jose Yana, al hombre que me ha dado la vida, quien es mi más grande fortaleza y ejemplo un gran Padre, gracias por haber hecho de mí una profesional.

A mi Madre Lili, quien ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante.

A mis Hermanas Michi y Lili, quien siempre han estado conmigo en los momentos mas difíciles de mi vida las quiero tanto hermanas.

A mi Mama Juana, que desde muy pequeña me enseñó el valor del trabajo, y me motivo ha seguir mis sueños.

A mi Tía Ana, mi querida Tía gracias por estar ahí siempre cuando te necesite.

A mi amiga de toda la vida Gloria, tu siempre estabas ahí nunca me fallaste amiga hermana.

“Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño está tesis se las dedico a ustedes

AGRADECIMIENTO

Primeramente doy gracias a Dios y a mis padres por permitirme tener tan buena experiencia en la Universidad.

A mi asesor, Blg. Victor Hugo Carbajal Zegarra por el apoyo en el desarrollo y culminación de la presente tesis. Mi respeto y agradecimiento.

A Giovanni Aragón, Luis Lloja, César Cáceda y a todos los docente que me brindaron su amistad, apoyo incondicional y comprensión en el transcurso de la presente investigación.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por permitirme convertirme en ser una profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada docente que hizo parte de este proceso integral de formación, que deja como producto terminado que perduara dentro de los conocimientos y desarrollo de las demás generaciones que están por llegar.

A los señores Osquitar, Alfredito, y todos por el apoyo brindado en la investigación.

A mis amigos que me motivaron a no rendirme Gloria, Sonia, Efra, Jose, Heber, Judith, Lelis, Alicia, Frank, Dina, Lucio, son tantos gracias amigos los quiero .

El agua es el elemento y principio de las cosas (Tales de Mileto)

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo, evaluar el impacto de la actividad minera sobre las comunidades acuáticas del Rio Uchusuma-Vila Vilani a través de su caracterización taxonómica de las comunidades acuáticas, análisis de biodiversidad, parámetros fisicoquímico, mediante el uso de bioindicadores de calidad del agua.

La recolección de las muestras, se realizó en cuatro estaciones de muestreo, en cada una de ellas se recolectaron cuatro muestras de agua. Las evaluaciones en las estaciones de muestreo se realizaron en el periodo de mayo a octubre de 2014, iniciándose con la extracción de muestra correspondientes a fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y peces, mediante la guía metodología propuesta por EPA, al mismo tiempo en cada estación se analizó *in situ* parámetros fisicoquímicos (pH, T°, Oxígeno disuelto, Conductividad eléctrica y Solidos Totales Disueltos).

La determinación de calidad de agua se realizó mediante el uso de índices biológicos: fitoplancton y bentos.

Se identificaron 196 especies de microalgas; distribuidas en seis categorías taxonómicas (Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta y Cryptophyta), del cual el grupo dominante corresponden a Bacillariophyta (diatomeas) con 98% .En cuanto a microinvertebrados estuvo representado por el Phylum Rhizopoda con 23%. Los Macroinvertebrados conformado por 4 Phylum ,11 clases, 20 Órdenes y 40 familias,siendo la Clase Insecta la más abundante con un 80 %.Los vertebrados estuvieron representados por ***Trichomycterus rivulatus*** “Bagre” y ***Orestias empyraeus*** “Carachi”.

Se evaluó la calidad de agua, mediante el IDG y IBF, indicando una polución moderada en las primeras estaciones y calidad normal en las últimas estaciones después de la actividad minera.

”

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Hipótesis	21.2
Objetivos	3
1.3 Antecedentes	4
1.4 Marco teórico	7
1.4.1 Impacto de la actividad minera	7
1.4.2 Comunidades acuáticas.....	9
1.4.3 Principales comunidades acuáticas.....	11
a. Fitoplancton	11
b. Zooplancton	3
c. Macroinvertebrados	16
d. Peces	18
1.4.4 Especies bioindicadoras de la calidad de agua.....	21
1.4.5 Características fisicoquímicas del agua	24
A.pH.....	24

B.Temperatura	25
C.Conductividad eléctrica	25
D. Oxígeno disuelto.....	26
E.Solidos totales disueltos.....	27
II. MATERIALES Y MÉTODOS	28
2.1 Área de estudio	28
2.2 Metodología.....	31
2.2.1 Análisis Físicoquímico.	32
2.2.2 Muestreo y análisis del fitoplancton	33
2.2.3 Muestreo y análisis del zooplancton	36
2.2.4 Muestreo y análisis de los macroinvertebrados	38
2.2.5 Muestreo y análisis de peces.....	40
2.3 Metodología para la determinación de la calidad del agua	42
2.2.1 Fitoplancton	42
2.2.2 Bentos	44
III. RESULTADOS	46
3.1 Determinación taxonómica	46

3.2	Análisis fisicoquímico del Rio Uchusuma-Vila Vilani	55
3.3	Resultado del análisis en la evaluación del fitoplancton	76
3.4	Resultado del análisis en la evaluación del zooplancton	98
3.5	Resultado del análisis en la evaluación de macroinvertebrados	105
3.6	Resultado del análisis en la evaluación de peces	113
3.7	Calidad de agua mediante uso de bioindicadores.....	114
IV.	DISCUSIÓN	118
V.	CONCLUSIONES	151
VI.	RECOMENDACIONES	153
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
VIII.	ANEXOS	176

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo.....	30
Cuadro 2. Clasificación de la calidad según el IDG “Índice Diatómico General”	43
Cuadro 3. Escala de calidad del agua según el IBF “Índice Biótico de Familias” (Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999).....	45
Cuadro 4. Listado Taxonómico de las especies de Fitoplancton reportadas durante los meses de mayo a octubre del 2014, en el Rio uchusuma-vilavilani.....	47
Cuadro 5. Listado taxonómico de las especies de Zooplancton reportadas durante los meses de mayo a octubre del 2014, en el Rio Uchusuma-Vilavilani	52
Cuadro 6. Listado taxonómico de las especies de Macroinvertebrados reportadas durante los meses de mayo a octubre del 2014, en el Rio Uchusuma-Vilavilani	53

Cuadro 7. Listado taxonómico de las especies de Peces reportadas durante los meses de Mayo a Octubre del 2014, en el Rio Uchusuma-Vilavilani.....	55
Cuadro 8. Valores promedio mensuales de los Parámetros Físicoquímicos:	56
Cuadro 9. Abundancia (N) (células/mL) y abundancia relativa (N%) del fitoplancton:.....	76
Cuadro 10. Riqueza específica (S) del fitoplancton del Rio Uchusuma-Vilavilani.....	77
Cuadro 11. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Bacillariophyta.	79
Cuadro 12. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros más abundantes pertenecientes a la división Bacillariophyta.....	81
Cuadro 13. Índices de diversidad de la división Bacillariophyta.....	82
Cuadro 14. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Cyanobacteria.....	85
Cuadro 15. Índices de diversidad de la división Cyanobacteria.....	86
Cuadro 16. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Chlorophyta.	89

Cuadro 17. Índices de diversidad de la división Chlorophyta.....	90
Cuadro 18. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Euglenophyta.....	93
Cuadro 19. Índices de diversidad de Fitoplancton	94
Cuadro 20. Número de Géneros encontrados en el Rio Uchusuma-Vilavilani.....	98
Cuadro 21. Índices de diversidad de Zooplancton	102
Cuadro 22. Abundancia relativa (N%) de los macroinvertebrados bentónicos del rio Uchusuma-Vilavilani	105
Cuadro 23. Índices de diversidad de las familias de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vilavilani.	109
Cuadro 24. Abundancia (N) de los peces del Rio Uchusuma- Vilavilani.	113
Cuadro 25. Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vilavilani según IDG...	115
Cuadro 26. Valores del Índice biótico de familia Índices utilizados para determinar la calidad del agua del Rio Uchusuma-Vilavilani.....	116
Cuadro 27. Ubicación geográfica de las Estaciones de Muestreo en los recursos hídricos de la región Tacna.	177

Cuadro 28. Principales características físico-químicas de los recursos Hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma.	178
Cuadro 29. Diversidad específica y densidad poblacional del fitoplancton de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma... ..	178
Cuadro 30. Número de organismos fitoplanctónicos, según división Taxonómica, de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma.	178
Cuadro 31. Órdenes taxonómicos y densidad poblacional de macroinvertebrados del Rio Uchusuma.. ..	178
Cuadro 32. Densidad poblacional (N° Indiv./m2) de macroinvertebrados, por grupos taxonómicos, del rio Uchusuma.	180
Cuadro 33. Principales características físico-químicas de L Rio Paucarani (Alto Perú).	178
Cuadro 34. Diversidad específica y densidad poblacional del fitoplancton de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Paucarani (Alto Perú).	179
Cuadro 35. Número de organismos fitoplanctónicos, según división Taxonómica, de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Paucarani (Alto Perú).	179

Cuadro 36. Órdenes taxonómicos y densidad poblacional de macroinvertebrados de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Paucarani – Alto Perú.....	180
Cuadro 37.Densidad poblacional (N° Indiv./m2) de macroinvertebrados, por grupos taxonómicos, de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Paucarani – Alto Perú.....	180
Cuadro 38.Estaciones de Monitoreo para Calidad de Agua Superficial.	182
Cuadro 39. Monitoreo en el Mes Diciembre 2014.....	180
Cuadro 40. Monitoreo en el Mes Setiembre 2014.....	182

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fluctuación del pH del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014).....	57
Figura 2. Fluctuación de la Conductividad eléctrica del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014)	58
Figura 3. Fluctuación de la Temperatura del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014) ...	59
Figura 4. Fluctuación del Oxígeno Disuelto del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014)	59
Figura 5. Fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01 (Mayo-octubre 2014).....	60
Figura 6. Fluctuación del pH del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014)	61

Figura 7 .Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014).....	61
Figura 8. Fluctuación de la temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014)...	62
Figura 9. Fluctuación del oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014).....	63
Figura 10. Fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01 (Mayo-octubre 2014)	64
Figura 11. Fluctuación del pH del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01 (Mayo-octubre 2014).....	64
Figura 12. Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01(Mayo-octubre 2014)	65
Figura 13. Fluctuación de la Temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01(Mayo-octubre2014)....	66

Figura 14. Fluctuación del Oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01(Mayo-octubre 2014)....	67
Figura 15. Fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01. (Mayo-octubre 2014).....	67
Figura 16. Fluctuación del pH del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL02(Mayo-octubre 2014)	68
Figura 17. Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL02(Mayo-octubre 2014).....	69
Figura 18. Fluctuación de la Temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL02. (Mayo-octubre 2014)	70
Figura 19. Fluctuación del Oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01. (Mayo-octubre 2014 ...)	70
Figura 20. Fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01(Mayo-octubre 2014).	71

Figura 21. Fluctuación del pH del Río Uchusuma-Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014)	72
Figura 22. Fluctuación de la conductividad eléctrica del Río Uchusuma - Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014).....	72
Figura 23. Fluctuación de la temperatura del Río Uchusuma -Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014)	73
Figura 24. Fluctuación del oxígeno disuelto del Río Uchusuma -Vila Vilani en las estaciones de muestreo.	74
Figura 25. Fluctuación de los sólidos totales disueltos del Río Uchusuma - Vila Vilani durante los meses de muestreo	75
Figura 26. Abundancia Relativa (N%) del fitoplancton	76
Figura 27. Riqueza específica (S) del fitoplancton Río Uchusuma –Vila Vilani	78
Figura 28. Abundancias relativas de los principales géneros más abundantes pertenecientes a la división Bacillariophyta.....	81
Figura 29. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Bacillariophyta	83
Figura 30. Índices de Shannon y Pielou de la de la división Bacillariophyta en el Río Uchusuma-Vila Vilani	83

Figura 31. Abundancias relativas de los géneros pertenecientes a la división Cyanobacteria	86.
Figura 32. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Cyanobacteria	87
Figura 33. Índices de Shannon y Pielou de la división Cyanobacteria en el Rio Uchusuma-Vila Vilani	89
Figura 34. Número de individuos de los géneros pertenecientes a la división Chlorophyta.	90
Figura 35. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Chlorophyta	91
Figura 36. Índices de Shannon y Pielou de la división Chlorophyta en el Rio Uchusuma-Vila Vilani	92
Figura 37. Abundancias relativas de los principales géneros pertenecientes a la división Euglenophyta.	93
Figura 38. Riqueza de Especies y Abundancia (N) del fitoplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani.....	95
Figura 39. Índices de Shannon y Pielou del Fitoplancton en el Rio Uchusuma-Vila Vilani	95

Figura 40 .Porcentaje de similaridad según el índice de Morisita en las estaciones de muestreo del fitoplancton.....	97
Figura 41. Abundancia relativa (%N) del zooplancton en el Rio Uchusuma-Vila Vilani	100
Figura 42. Abundancias relativas de los principales Phylum del grupo de Zooplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani durante los meses de muestreo.....	101
Figura 43. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) del Zooplancton.....	102
Figura 44. Índices de Shannon y Pielou del Zooplancton en el Rio Uchusuma-Vila Vilani	103
Figura 45.Porcentaje de similaridad según el índice de Morisita en las estaciones de muestreo del zooplancton.	104
Figura 46. Abundancias relativas de las Familias del grupo de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila Vilani durante los meses de muestreo.	107

Figura 47. Abundancias relativas de los Órdenes del grupo de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila Vilani durante los meses de muestreo.	108
Figura 48. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la comunidad de macroinvertebrados del Rio Uchusuma – Vila Vilani	110
Figura 49. Índices de Shannon y Pielou de la comunidad de macroinvertebrados en el Rio Uchusuma-Vila Vilani.	111
Figura 50. Porcentaje de similaridad según el índice de Morisita en las cuatro estaciones de muestreo de Macroinvertebrados.	112
Figura 51. Abundancias relativas de las especies de peces del Rio Uchusuma-Vila Vilani.	114
Figura 52. Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani según IDG..	115
Figura 53. Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani según IBF. ..	117

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Mapa Muestreo	177
Anexo 2. Galería de Fotos de Fitoplancton del Rio Uchusuma-Vilavilani	178
DIATOMEAS	
Fotografía 1. <i>Amphora ovalis</i>	178
Fotografía 2. <i>Amonoeis sp</i>	178
Fotografía 3. <i>Asterionella Formosa</i>	179
Fotografía 4. <i>Cymatopleura sp</i>	179
Fotografía 5. <i>Cocconeis placentula</i>	179
Fotografía 6. <i>Diatoma vulgare</i>	180
Fotografía 7. <i>Ephitemia sp</i>	180
Fotografía 8. <i>Ephitemia turgida</i>	180
Fotografía 9. <i>Fragilaria sp1</i>	181
Fotografía 10. <i>Girosigma sp1</i>	181
Fotografía 11. <i>Gomphoneis minuta</i>	181
Fotografía 12. <i>Gomphonema truncatum</i>	182

Fotografía 14 . *Nitzschia flexa*..... 182

Fotografía 15. *Pinnularia maior* 182

Fotografía 16. *Rhopalodia gibba*..... 183

Fotografía 17. *Surirella sp*..... 183

Fotografía 18. *Surirella ovalis* 183

CYANOBACTERIAS

Fotografía 19. *Pseudoanabaena sp1* 184

Fotografía 20. *Gomphospaeria apino* 184

CLOROPHYTAS

Fotografía 21. *Cosmarium botritis* 185

Fotografía 22. *Closterium ehrenbergui* 185

EUGLENOPHYTA

Fotografía 23. *Trachelomona sp1* 186

CRYOPTOPHYTA

Fotografía 24. *Rodona* 186

Anexo 3. Galería de fotos del Zooplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani

187

Fotografía 25. *Alona sp1* 187

Fotografía 26. Anaplectus sp1	187
Fotografía 27. Centropyxis aculeata	188
Fotografía 28. Diffflugía sp.....	188
Fotografía 29. Diffflugía lobostoma	188
Fotografía 30. Euglypha ciliata.....	189
Fotografía 31. Cephalodella sp1	189
Fotografía 32. Aelosoma sp1	189
Fotografía 33. Campotocaptus sp1	190
Fotografía 34. Campotocaptus sthapillum.....	190
Fotografía 35. Arcella megastoma	190

Anexo 4. Galería de fotos de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila
Vilani191

Fotografía 36. Baetidae.....	191
Fotografía 37. Chironomidae	191
Fotografía 38. Simuliidae	192
Fotografía 39 . Chironomidae (Diamesiane)	192
Fotografía 40. Hyalellidae	192

Fotografía 41. Planorbidae.....	193
Fotografía 43. Elmidae.....	193
Fotografía 44. Orden Ephemeroptera (Adulto)	193
Fotografía 45. Leptoceridae	194
Fotografía 46. Lumbricidae	194
Fotografía 47. Hirudinidae.....	194
 Anexo 5. Galería de Fotos de Peces del Rio Uchusuma-Vila Vilani	195
Fotografía 48. Trichomycterus rivulatus “bagre”	195
Fotografía 49. Orestias empyraeus “carachi, callhua”	195
 Anexo 6. Galería de fotos del Rio Uchusuma-Vila Vilani	196
Fotografía 122. Rio Uchusuma Puente de Alto Perú- Tacna.....	196
Fotografía 126. Río Vilavilani Puente del Pueblo de Vilavilani.....	196
Fotografía 128. Recolección de las muestras de Agua	197
Fotografía 129. Recolección de Bentos	197
 Anexo 7. Valores de IDG en orden decreciente de los niveles de contaminación valor del índice que obtenemos podrá variar	

entre 1 y 5, rango establecido para la clasificación de la calidad de las aguas.	198
Anexo 8. Valores de tolerancia a de Macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación de en los valores del Índice Biótico de Familias IBF (Hauer & Lamberte (1996).....	199
Anexo 9. Zonificación Ecología y Económica de la Región de Tacna2007. 200	
Anexo 10. Composición y Abundancia de Macroinvertebrados registrados en Pucamarca, Abril 2006 - (Nº. Organismos / m2)	204
Anexo 11. Reporte de Monitoreo Ambiental Minsur 2013-2014	205
Anexo 12. Recuento de individuos por especies del fitoplancton del Rio Uchusuma- Vila Vilani.	210
Anexo 13. Recuento de individuos por especies del Zooplancton del Rio Uchusuma- Vila Vilani.	215
Anexo 14. Recuento de Individuos por Familia del Fitoplancton del Rio Uchusuma- Vila Vilani.	216

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú existe controversia sobre la actividad minera y su impacto en el medio ambiente. La minería así como ha traído progreso e incremento económico, también grandes conflictos sociales, como la contaminación del agua y en el aire, provocado por grandes movimientos de material particulado (polvo) en las zonas alto andinas de Tacna.

El Rio Uchusuma -Vila Vilani, ubicado en la zona alto andina de la región de Tacna, en la zona de Alto Perú y Vila Vilani, actualmente es incierta la posibilidad de los impactos ambientales producidos a través de la actividad minera desde que entraron en actividad las empresas a lo largo de estos años, sobre todo en las comunidades acuáticas, ya que es de gran importancia la presencia de ella como indicadores de calidad de agua.

Nuestra región se caracteriza por la escasez del recurso hídrico, y siendo este muy necesario para la población y las comunidades acuáticas, motivo la realización de esta investigación, y conocer si el

movimiento de tierra generado por la actividad minera modifica la biodiversidad representada por sus comunidades acuáticas (fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y peces) y características fisicoquímicas del agua. De igual manera se evaluó la calidad de agua mediante el uso de bioindicadores en el Río Uchusuma - Vila Vilani de la Región de Tacna.

1.1 Hipótesis

El material particulado del movimiento de tierra generado por la actividad minera realiza un impacto negativo sobre las comunidades acuáticas Río Uchusuma-Vila Vilani.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Evaluar el impacto de la actividad minera sobre las comunidades acuáticas que están presentes en el Rio Uchusuma-Vilavilani.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar taxonómicamente las comunidades acuáticas del Rio Uchusuma-Vilavilani.
- Estudiar los parámetros fisicoquímicos del Rio Uchusuma-Vilavilani.
- Estimar los índices diversidad de Shannon-Wiener, riqueza específica, abundancia de especies, Pielou y evaluar la similitud de las comunidades acuáticas.
- Estimar calidad del agua mediante el uso de bioindicadores.

1.3 Antecedentes

En el Perú, en las últimas décadas los sistemas fluviales han estado sometidos a una fuerte presión de uso, afectando la calidad del agua, por las principales actividades que se desarrollan asociadas a cuencas hidrográficas como son por ejemplo: actividad agrícolas por ingreso de pesticidas, actividades mineras por movimiento de gran cantidad de material particulado, y actividad antrópica por deforestación, fragmentación del hábitat, cambios del sustrato por remoción y extracción de materiales, a lo cual se suma el incremento de materia orgánica por ingreso de agua no tratada (Jara, 2002).

El Gobierno Regional de Tacna, a través del proyecto “Zonificación Ecológica y Económica de la Región Tacna 2007”, realizó un estudio en las principales cuencas de la región de Tacna : cuenca del Rio Maure, cuenca del Rio Uchusuma- Caplina, cuenca del Rio Locumba y cuenca del Rio Sama(Anexo 9), en donde se registraron los resultados obtenidos de los parámetros fisicoquímicos y químicos, la composición porcentual de la densidad poblacional de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma, registrándose 21 especies. Se registraron el número poblacional de organismos fitoplanctónicos,

según división taxonómica, de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma, obteniéndose 2 especies del Phylum Cyanophyta, 3 especies del Phylum Chlorophyta, 15 especies del Phylum Bacillariophyta. En cuanto a los macroinvertebrados, se registraron 6 Órdenes y 682 Indiv/m², densidad poblacional (N°Indiv./m²) de macroinvertebrados, por grupos taxonómicos. Se registraron 87 familias del Orden Plecoptera, 308 del Orden Tricoptera, 104 del Orden Ephemeroptera, 94 del Orden Amphipoda, 0 del Orden Diptera, 67 Hirudinea, 22 Orden Anellida, haciendo un total de 682 especies.

El Estudio de Impacto Ambiental realizado por la empresa minera Minsur (Anexo 11) , para la hidrobiología, se realizó un estudio de “Composición y Abundancia de macroinvertebrados en Pucamarca Abril 2006” (N°Organismos /m²) en 24 estaciones, se reportan 22 familias distribuidas en 12 Órdenes, 6 clases y 4 Phylum, en donde la familia dominante fue Simuliidae con 507 individuos con 30.4 % de abundancia relativa, seguida con un 18 % la especie de *Aeshna sp* correspondiente a la familia de Aeshnidae.

Actualmente se realizan monitoreos ambientales en la región de Tacna por parte de la Autoridad Nacional del Agua, Gobierno Regional

de Tacna, Minsur realizando un convenio con la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, se realizan los monitoreos ambientales en base a los parámetros establecidos en el D D.S. 002-2008-MINAM– “ECA 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional para Agua” como se observa en el Anexo 10 los resultados de los monitoreos del 2013-2014. En los monitoreos ambientales se estudian los parámetros de conductividad, oxígeno disuelto y pH ,las concentraciones de solidos totales disueltos, turbidez, cianuro libre, cianuro wad, fenoles, aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica, la concentración de fósforo total en las estaciones de monitoreo, las concentraciones de Cromo Hexavalente y Mercurio, las concentraciones de Aluminio, Antimonio, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Manganeseo, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Vanadio, Uranio y Zinc, la concentración de Arsénico, Coliformes Totales en Coliformes Fecales, Benceno, Etilbenceno, Tolueno y Xileno. Los resultados de dichos monitoreos, no sobrepasan la mayoría de límites permisibles, de acuerdo a lo establecido en el según el D.S 002-2008-MINAM.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Impacto de la actividad minera

La minería cumple un rol fundamental en la economía del Perú y constituye un gran factor de desarrollo. Es el primer proveedor y aporta hoy más del 60% del total de nuestros ingresos por exportaciones; no obstante, tiene también un potencial de generación de impactos ambientales, de no recibir un tratamiento técnico integral y oportuno, puede contaminar y afectar los recursos naturales, como ya ha ocurrido en el pasado (MINEM, 2015).

La característica del proceso minero, el de remover grandes cantidades de materiales, afecta al entorno, al impactar sobre la geografía de la zona, por otro lado, la disposición de dichos materiales y la tecnología empleada muchas veces puede ocasionar impactos ambientales (Estudios Mineros del Perú, 2013).

El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área geográfica determinada, en términos simple el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza, esto lleva al deterioro del ecosistema mediante un contaminante. Un contaminante es toda sustancia que altera el ecosistema donde se encuentre, como son los producidos por la actividad agrícola, minera, ganadera, industrial o doméstica, que llegan al agua modificando el comportamiento de los organismos que viven en ella. Uno de los principales contaminantes son desechos de las fundiciones tales como la escoria y el material particulado (polvo), pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas (Moran, 2013) (Jones, 1973).

La contaminación acuática es la contaminación de cuerpos de agua como lagos, ríos, océanos y aguas subterráneas, se produce cuando los contaminantes se vierten directamente o indirectamente en los cuerpos de agua sin tratamiento adecuado para eliminar los compuestos más nocivos (Balbín y López, 2002).

1.4.2 Comunidades acuáticas

Una comunidad acuática es un conjunto de poblaciones, que viven juntas delimitadas en el espacio de una manera arbitraria (Margalef, 2005), se distribuyen en el espacio diferencialmente y presentan características ecológicas particulares. A grandes rasgos las comunidades acuáticas más representativas son: plancton, perifiton, bentos, neuston, neuston, macrófitas acuáticas; de las cuales se estudiarán en esta investigación el plancton (fitoplancton y zooplancton), bentos (macroinvertebrados) y neuston (peces).

El plancton, constituidos por organismos suspendidos en el seno del agua y cuyos movimientos, si poseen, resultan muy débiles para contrarrestar el efecto de las corrientes del agua. El plancton formado por aquellos animales y plantas unicelulares, flotan en el agua y que por no tener (o tener poco) poder natatorio, se hallan a merced de las corrientes y se dividen según su naturaleza en fitoplancton y el zooplancton (Caríssimo, 2013).

El perifiton constituidos por organismos que viven adheridos a los sustratos sumergidos (vivos o inertes). El bentos formado por

un conjunto de organismos que viven asociados al fondo de los sistemas acuáticos.

El necton constituido por organismos capaces de nadar activamente y desplazarse contrarrestando los movimientos del agua (peces), involucra valores relativamente pequeños del flujo de energía y carbono del sistema.

El neuston es una comunidad errante, constituida por organismos vinculados a la película superficial, en la interfase agua-aire. Los organismos posados sobre esta son semi-acuáticos y con excepciones, microscópicos o diminutos.

Los ríos son corrientes naturales que drenan agua desde los continentes hacia los océanos y son las principales rutas de transporte para los productos del escurrimiento (la gravedad provee la fuerza que causan estas corrientes desde los terrenos altos a los más bajos), desde su nacimiento en una zona montañosa y alta hasta su desembocadura en el mar, los ríos muestran una gran diversidad en la morfología de sus canales. Estos sufren variaciones en su caudal, de acuerdo a las

condiciones climáticas y eventos tectónicos en la región, tipo, tamaño y cantidad de sedimento arrastrado por las aguas, resistencia de sus márgenes y características de su caudal. (Caríssimo, 2013)

1.4.3 Principales comunidades acuáticas

Las comunidades de agua dulce están conformadas por diversos grupos de organismos, siendo las de mayor relevancia ecológica aquellas que corresponden al plancton (fitoplancton), los macroinvertebrados acuáticos (bentos) y los peces (nécton), viven en estrecha relación con el medio físico acuático, del cual son dependientes en casi la totalidad de los casos y su presencia o ausencia son signos de calidad acuática. De tal modo, que la valoración biótica es una evaluación de las condiciones de un cuerpo de agua usando estudios y medidas directas de la biota residente en aguas superficiales (Barbour, 2005).

a) Fitoplancton

El fitoplancton es el conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, que tienen capacidad fotosintética y que

viven dispersos en el agua. La comunidad de microorganismos, en su mayoría son fotosintéticos, (microalgas, cianobacterias, flagelados y heterótrofos) que vive suspendida en la masa de agua bajo condiciones físicas e hidrológicas: luz, temperatura, turbulencia/estabilidad del agua, tiempo de residencia del agua y tasa de sedimentación del plancton.

Estos organismos elaboran su alimento por fotosíntesis y producen el 50% del oxígeno molecular necesario para la vida terrestre. A su vez, constituyen el alimento del plancton animal o zooplancton. El fitoplancton está compuesto principalmente por diatomeas y dinoflagelados, dentro de los cuales hay una extraordinaria cantidad de formas y tamaños (Caríssimo, 2013).

- Importancia ecológica del fitoplancton

El fitoplancton se ha usado ampliamente como indicador del estado trófico de las masas de agua y existe abundante bibliografía que incluye métodos de muestreo y análisis. Para los ambientes acuáticos, las algas, son lo que las plantas en los ambientes terrestres. Las algas junto a las plantas acuáticas son

la base del flujo energético que mantiene la biodiversidad y las cadenas tróficas. Las algas transforman la energía lumínica, a través de la fotosíntesis, en energía biológica aprovechable (glúcidos, almidón, paramilon, crisolaminarina, etc.), constituyendo la base alimentaría de los consumidores primarios acuáticos. Por otra parte, el oxígeno generado por la fotosíntesis es utilizado en la respiración de los organismos acuáticos (Cadima, 2005). En aguas continentales, las algas son el principal alimento del zooplancton, su eficiencia trófica está determinada por su tamaño y algunas características celulares (paredes delgadas, sin cápsulas de mucílago, formas simples, material de reserva, etc.) (González, 1998).

b) Zooplancton

El zooplancton es un grupo de animales que habita tanto en agua dulce como del mar, y que en ambos tipos de ambientes representan la base de la pirámide trófica, por ocupar el primer nivel de los consumidores. En los cuerpos de agua dulce (lagos, ríos, etc.), al estar rodeados de tierra, los consumidores

secundarios encuentran otras fuentes de alimento provenientes del ambiente terrestre, como los insectos (Estrada, 2015).

El zooplancton es un grupo muy diverso de pequeños animales, la mayoría microscópicos, que tienen poca capacidad para desplazarse en el agua, por eso en realidad se encuentran suspendidos en el agua y se mueven junto con las corrientes, integrado por animales que son consumidores primarios, puesto que se alimentan de fitoplancton, que son algas microscópicas que al igual que ellos se encuentran suspendidas en el agua, en términos de cantidad, son mucho más numerosos que los peces y demás animales de mayor tamaño, estos animales del zooplancton son organismos consumidores, ya que necesitan tomar su alimento de otros organismos. Por consumirlo directamente de los vegetales se les llama consumidores primarios, y por la forma de alimentarse, herbívoros, o lo toman de otros animales recibiendo el nombre de consumidores secundarios, siendo carnívoros; dentro de este grupo de organismos del plancton animal algunos son capaces de alimentarse de ambos, filtrando indiscriminadamente fitoplancton o capturando, en forma selectiva, organismos animales, denominándose omnívoros (Estrada, 2015).

- Importancia ecológica del zooplancton

Su importancia radica en la cadena alimenticia de los seres acuáticos, como sedimento y como creador de los corales, todavía se desconocen muchísimos aspectos relativos a este elemento. Hay que tener en cuenta que es muy complicado seguir a estos grandes bancos de animales para poder realizar estudios y la única manera de aprender algo de ellos es pescándolos o estudiando comportamientos de los seres que los consumen. (Estrada, 2015).

Este grupo incluye Rotíferos, microcrustáceos de los órdenes Cladóceras, Copépoda (calanoida y cyclopoida), además de Ostrácoda y estadios larvales de insectos y moluscos entre otros. Este grupo constituye por su posición en la trama trófica (consumidores primarios) un eslabón de particular importancia en el flujo de energía hacia los niveles superiores, por lo general constituyen el principal grupo de herbívoros de estos ecosistemas (MAPSA, 2007).

c) Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos son un grupo variado de organismos que no tienen espina dorsal y que son fáciles de ver sin la necesidad de un microscopio, además de ser una fuente de energía para los animales más grandes. Estos son utilizados para el biomonitoreo por su sensibilidad a cambios externos que afectan la composición de sus poblaciones (Roldán, 2003).

Se consideran como macroinvertebrados a todos los animales invertebrados que tienen un tamaño superior a 500 μm (0.5 mm). Constituyen el grupo dominante en los ríos, aunque también se encuentran en la zona litoral y el fondo de lagos y lagunas. Los macroinvertebrados que habitan en los ecosistemas fluviales están ampliamente representados por diferentes familias de moluscos y larvas de insectos, aunque dependiendo del tipo del cuerpo de agua también pueden ser comunes los crustáceos, oligoquetos, anélidos, nematodos e hirudíneos. (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014).

- Importancia ecológica de macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados son considerados un eslabón importante en la cadena trófica, especialmente para peces. Un alto número de invertebrados se alimentan de algas y bacterias, las cuales se encuentran en la parte baja de la cadena alimentaria. Algunos deshacen hojas y se las comen mientras otros comen materia orgánica presente en el agua, debido a la abundancia de los macroinvertebrados benthicos, en la cadena alimentaria acuática, ellos juegan un papel crítico en el flujo natural de energía y nutrientes. Al morir los macroinvertebrados benthicos, se descomponen dejando atrás nutrientes que son aprovechados por plantas acuáticas y otros organismos (Roldán, 2003).

El empleo de índices biológicos calculados con datos provenientes de un muestreo de macroinvertebrados, se encuentra relacionado con la determinación de calidad del agua. Aún la misma presencia de peces puede que no brinde información sobre un problema de contaminación, porque éstos pueden alejarse para evitar los efectos del agua contaminada y luego regresar al mejorar las condiciones. Sin embargo, la mayoría de los macroinvertebrados benthicos no pueden mudarse para evitar la

contaminación. Por lo que, una muestra de estos organismos acuáticos puede servir como indicador de la calidad del agua al ofrecer más información sobre la contaminación o la calidad general del agua a través de un periodo más largo de tiempo. Los macroinvertebrados son sensibles a distintas condiciones físicas y químicas, por lo que un cambio en la calidad del agua, podría cambiar la estructura y composición de las comunidades acuáticas, por ende, la riqueza de la composición de la comunidad de macroinvertebrados puede ser utilizada para proveer un estimado de la salud de un cuerpo de agua.

El uso de Macroinvertebrados acuáticos constituye hoy en día una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, siendo necesario para un adecuado control y conservación de un ecosistema, “un especialista del agua (ecólogo acuático), que al igual que un especialista clínico, conozcan los métodos y los equipos que le permitan hacer una evaluación más certera del cuerpo en estudio” (Roldán, 2003).

d) Peces

Los peces son el grupo más diverso entre los vertebrados sin embargo, muchas especies de agua dulce se encuentran amenazadas por las actividades humanas (Duncan y Lockwood, 2001), cumplen un rol importante sobre la estructura y funcionamiento de ecosistemas acuáticos, gran parte mediante sus interacciones tróficas. Al igual que en el resto de grupos taxonómicos, la estructura de las comunidades de peces está controlada por diversos factores bióticos y abióticos, como el régimen de caudales, la calidad del agua, la estructura del hábitat o las interacciones bióticas.

La gran diversidad de especies válidas para el Perú llega a 1064, de acuerdo a nuestra más reciente lista oficial. Comprendiendo formas adultas desde 15 mm de longitud estándar (*Tytocharax tambopatensis*) hasta poco más de dos metros de longitud total (*Electrophorus electricus*) o más de 100 kg como ocurre con Arapaima (Ortega et al., 2012).

Los peces están representados en las tres regiones del país, desatacándose la riqueza que existe en aguas amazónicas y las formas endémicas de las cuencas alto andinas y costa norte. Además, existen peces que viven entre la mezcla de agua, arena y hojarasca

en playas de quebradas y arroyos de bosque (*Brachyhypopomus*, *Scoloplax*, *Rivulus*, *Pariolius*) (Ortega et al., 2012).

- Importancia ecológica de los peces

Los peces ocupan posiciones altas en las redes tróficas, lo que los hace buenos indicadores de los procesos ecológicos globales debido a sus amplios dominios vitales, desde el punto de vista del espacio (la escala espacial a la que desarrollan sus ciclos vitales es considerablemente más amplia que la del resto de componentes de la biocenosis acuática) y el tiempo (los ciclos vitales también son amplios) son muy buenos integradores de la calidad a ambas escalas (Harris, 1995).

Las comunidades de peces son consideradas como un vector de comunicación útil para sensibilizar al público y a las autoridades sobre la necesidad preservar la calidad de ríos y lagos. Por ello su caracterización resulta muy importante porque éstas son reconocidas como una buena herramienta de ayuda para la toma de decisiones en materia ambiental (Paller et al. 2000).

1.4.4 Especies bioindicadoras de la calidad de agua

Los parámetros biológicos que se proponen como verdaderos bioindicadores o indicadores biológicos, son tratados como componentes esenciales de los programas de evaluación y monitoreo, porque representan directamente las condiciones de la biota, permiten la identificación de problemas no detectados o desestimados y permiten la evaluación del progreso de la recuperación de los ecosistemas afectados.

Los indicadores biológicos son taxones, grupos funcionales o cualquier estructura o proceso biológico a niveles supra o suborgánismicos, utilizados para evaluar los efectos de cualquier forzante o impacto ambiental, siempre basado en su mayor o menor sensibilidad. La idea fundamental que sustenta el concepto de indicador biológico o bioindicadores es que los organismos o grupos seleccionados brindan, expresan o integran información sobre sus hábitats (Muniz, 2006).

Un Indicador biológico puede ser una especie o asociación de especies, que presentan requerimientos específicos para un

conjunto de variables físicas y químicas, de tal forma que cambios en su presencia-ausencia, número, morfología, fisiología o comportamiento indicará las condiciones físicas y químicas del medio acuático no son adecuadas para las especies bioindicadoras, sin embargo, hay quienes sostienen que normalmente, los modelos de evaluación de la calidad de los ecosistemas, estaban basados en datos fisicoquímicos, aunque fuese, potencialmente, factible la incorporación de variables biológicas a los índices tratados (Prygiel, 2000). Algunos autores consideran que los organismos indicadores de contaminación, son especies que se determina en base a criterios utilizados normalmente en ecología, es decir, bioindicadores pueden ser todos aquellos organismos que con su presencia (o ausencia), abundancia, o incluso con algunos de sus procesos fisiológicos nos denota características del medio en que se desarrollan (Maidana & Díaz, 2001).

Según Martínez (2003), las microalgas comúnmente son usadas en la caracterización biológica del ecosistema, determinación de la salubridad del recurso hídrico para su posterior uso en distintas aplicaciones. La organización simple de las

microalgas su fisiología y el estar íntimamente relacionados con su medio, las constituye en indicadores muy sensibles de alteraciones en los ecosistemas acuáticos. Las microalgas son excelentes bioindicadores para detectar cambios en la naturaleza fisicoquímica del agua y para determinar la calidad y el estado de los ecosistemas acuáticos (Cadima, 2005). Margalef (2005), menciona que las algas son las más sensibles ante la contaminación. Las microalgas en general son importantes indicadores de la calidad del agua, son sensibles a cualquier cambio que ocurra en el medio acuático, ya sea de origen natural o artificial, por lo que se constituyen en eficientes “detectores” de cambios, principalmente producto de la actividad humana. Estas microalgas son marcadores muy sensibles, resumen la historia fisicoquímica del lugar donde se encuentran (Universidad de Buenos Aires, 2005).

La bioevaluación de las aguas se fundamenta en la capacidad natural que tiene la biota de responder a los efectos de perturbaciones eventuales o permanentes. En términos generales se puede decir que la biota acuática cambia su estructura y funcionamiento al modificarse las condiciones ambientales de sus hábitats naturales. De modo que es posible usar algunas

características o propiedades estructurales y funcionales de los diferentes niveles de organización biológica para evaluar en forma comparativa el estado de la biota acuática, cuya condición es reflejo del estado ecológico del cuerpo de agua. Estas características de evaluación se conocen con el nombre genérico de bioindicadores (Segnini , 2008) (SVDEA, 2004).

1.4.5 Características fisicoquímicas del agua:

a) pH

El pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidronio presentes en el agua. El pH metro consta de un electrodo de vidrio que genera una corriente eléctrica proporcional a la concentración de protones de la solución y que se mide en un galvanómetro . La corriente transformarse fácilmente en unidades de pH o mV por diferentes procedimientos de calibrado. El valor del pH depende de la temperatura. El pHmetro se calibra potencio - métricamente, con un electrodo indicador de vidrio y uno de referencia, (que pueden presentarse combinados en uno solo),

utilizando patrones trazables. El método es aplicable a todo tipo de aguas: crudas, de proceso y tratadas, aguas residuales y naturales, incluidas las marinas. Entre sus objetivos está verificar el cumplimiento de la legislación vigente para aguas destinadas a diferentes propósitos (potable, consumo humano y doméstico previo tratamiento, recreativo) o para vertimientos a cuerpos de agua o alcantarillados. (Severiche, 2013).

b) Temperatura (°C)

La temperatura es un parámetro físico que afecta mediciones de otros como pH, alcalinidad o conductividad. Las temperaturas elevadas resultantes de descargas de agua caliente, pueden tener un impacto ecológico significativo por lo que la medición de la temperatura del cuerpo receptor, resulta útil para evaluar los efectos sobre éste. (Severiche ,2013).

c) Conductividad eléctrica ($\mu\text{s}/\text{cm}$)

La conductividad es una medida de la capacidad de una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica. Esta

capacidad depende de la presencia de iones disueltos, sus concentraciones absolutas y relativas, su movilidad y su valencia y de la temperatura y la viscosidad de la solución. Este parámetro sirve para estimar el contenido total de constituyentes iónicos. (Severiche, 2013).

d) Oxígeno disuelto (mg/L)

El Oxígeno Disuelto (OD), es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para los riachuelos y lagos saludables. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Gran parte del oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua. Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas. La turbulencia de la corriente también puede aumentar los niveles de OD debido a que el aire queda atrapado bajo el agua que se mueve rápidamente y el oxígeno del aire se disolverá en el

agua. Además, la cantidad de oxígeno que puede disolverse en el agua, (OD) depende de la temperatura (Universidad Tecnología de Panamá, 2006).

e) Sólidos totales disueltos

La determinación de los sólidos totales permite estimar los contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, pero el resultado está condicionado por la temperatura y la duración de la desecación. Su determinación se basa en una medición cuantitativa del incremento de peso que experimenta una cápsula previamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso constante (Severiche, 2013).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El Rio Uchusuma nace en las lagunas del nevado Condorpico, se represan en Paucarani, se encuentra entre los paralelos 17°33 y 18°19 de latitud sur y los meridianos 69°43 y 70°33 de longitud Oeste, (Ver, Anexo 1). Este Rio originalmente desembocaba en el Rio Maure y formaba parte del “Sistema Titicaca-Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa” (TDPS). En 1867, el Rio fue aprovechado por la empresa Hughes, construyendo un canal que llevaba 3000 pies cúbicos por minuto para plantaciones en Tacna. Luego de la guerra del Pacífico el territorio se dividiría, así la naciente del Uchusuma quedaría en poder de Perú, una parte intermedia en poder de Chile, y la cuenca inferior nuevamente en el lado peruano, atravesando así la empresa minera mediante el canal “Uchusuma”, seguidamente el caudal emerge del túnel Huaylillas y desemboca en la quebrada del pueblo de Vila Vilani, por el cual, lleva el nombre no tan conocido de Rio Vila Vilani, el cual luego es canalizado y llevado hacia los reservorios de agua para abastecer a la población. Este Rio no desemboca en el mar.

El área de influencia de la zona de muestreo fue de 86,55 km y el perímetro abarca 82,45 km de las estaciones RUCHU01 y RUCHU02 a las estaciones RVIL01 y RVIL02. Las estaciones RUCHU01 y RUCHU02 están ubicadas en Alto Perú, la primera estación RUCHU01 estuvo cerca al puente a la entrada de Alto Perú, sus coordenadas son (4321 de altitud y su ubicación geográfica 19K0426987 8056324), la segunda estación RUCHU02 estuvo ubicada en el centro poblado Unsalmo a 3,47 km del puente, en esta estación el Río se encuentra asociado a bofedales (Anexo 6). Las estaciones RVIL01 y RVIL02 están ubicadas en el pueblo de Vila Vilani, la estación RVIL01 está ubicada a 100m del puente de Vila Vilani a la entrada del pueblo, el punto RVIL02 está ubicado a 1,45 km por debajo del puente (Anexo 6. Galería de Fotos del Río Uchusuma-Vila Vilani).

Se realizó la evaluación durante cuatro meses en el Río Uchusuma-Vila Vilani, la recolección de las muestras empezó en mayo hasta agosto de 2014, los 4 puntos de estación, en el cual cada punto de muestreo se tomó 4 muestras de agua correspondiente a cada comunidad acuática de Fitoplancton, Zooplancton, Macroinvertebrados y Peces, de igual manera se registró las coordenadas de cada punto de muestreo (ver, Cuadro 1) en cada salida de campo durante los 4 meses de muestreo.

Cuadro 1. Coordenadas UTM de las Estaciones de muestreo

Código de Estaciones	Nombre de la estación	Coordenadas
RUCHU-01	AAA	Latitud: 17°34'42.28"s Longitud: 69°41'17.04"o
RUCHU-02	AAA	Latitud: 17°34'51.34"s Longitud d:69°39'9.44"o
RVIL-01	AAB	Latitud: 17°50'57.73"s Longitud:69°53'44.57"o
RVIL-02	AAB	Latitud: 17°50'50.87"s Longitud:69°54'33.15"o

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

- **AAA:** Zona Aguas Arriba a 4300 msnm
- **AAB:** Zonas Aguas Abajo a 3300 msnm
- **RUCHU1:** Rio Uchusuma, Estación I.
- **RUCHU2:** Rio Uchusuma, Estación II.
- **RVIL01:** Rio Vila Vilani, Estación III.
- **RVIL02:** Rio Vila Vilani, Estación IV.

2.2 Metodología

La realización de los muestreos biológicos en el campo, fueron realizadas mediante guías metodológicas recomendadas por la Environmental Protection Agency (EPA) y las referencias en diferentes obras especializadas (Severiche,2013; DIGESA,2007;) en “Procedimientos de Muestreo en Rios”, UNMSM. Museo de Historia Natural: Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: Plancton, Perifiton, Bentos (Macroinvertebrados) y Necton (Peces) en aguas continentales del Perú. Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología-Lima. Ministerio del Ambiente, 2014.

Los materiales previstos que se usaron en la colecta de material biológico (fitoplancton, zooplancton, bentos y peces) se realizó mediante implementos adecuados; para el fitoplancton la toma de muestra mediante una red para fitoplancton de 62um, zooplancton mediante una red de zooplancton de 330um, macroinvertebrados mediante un Red Surber y peces mediante una red manual de pesca de 2 cm

2.2.1 Análisis Físicoquímico

Se analizó *in situ* los siguiente parámetros: pH, temperatura (°C) conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto (mg/L) y sólidos totales disueltos (mg/L) .Para el oxígeno disuelto y temperatura se analizó *in situ* mediante un medidor multiparamétrico de la calidad del agua (Hanna Instruments), el cual mide diversos parámetros ambientales mediante una sola sonda, el pH, sólidos totales disueltos. La conductividad eléctrica se analizó *in situ* por medio de un medidor portátil “pHmetro HI 8014”. Se logró medir el valor de los parámetros físicoquímicos directamente en el cuerpo de agua. (Severiche, 2013)

Se siguieron los protocolos metodológicos “Del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2002)”. Se introdujo el electrodo de cada instrumento (multiparámetro) en la corriente de agua a una profundidad aproximadamente de 10 cm y una vez estabilizados se registró los valores obtenidos.

2.2.2 Muestreo y análisis del fitoplancton

La toma de muestra para el fitoplancton, se realizó a través de una red para fitoplancton mediante la filtración de 50L de agua por medio de un balde, alrededor de un radio de 5 m, empleando la red de fitoplancton de abertura de boca de 30 cm y abertura de malla de 62 μ , para fitoplancton se enjugando 3 veces la red disponiendo de la accesibilidad del río; se tomó en cuenta su profundidad y distancia para la toma de muestras. El fitoplancton concentrado en la red, fue vertido a un frasco de boca ancha de 200 ml. y posteriormente se fijó con formol al 10% para luego preservarlas al 4 % (UNMS, 2014) (Valdivia & Zambrano, 2000) (Wetzel & Likens, 2000)

2.2.2.1 Estudio del Fitoplancton

La observación se realizó con ayuda de un microscopio binocular compuesto (20x y 40x) de magnificación. El microscopio de marca Olympus con una alta resolución cerca de 200 nm (0.2 μ m). La evaluación cuantitativa del fitoplancton se realizó mediante el uso la

observación directa 5 gotas de la muestra en estudio en una lámina porta objeto y un cubre objeto de 22x 40 mm, se realizó la observación de la muestra en estudio cuatro veces obteniendo así 20 gotas de muestra lo que equivale a 1ml de muestra. Las especies de los diferentes taxones se identificaron según las claves de Thorp, Jh y Covich, A (1991), Bellinger E. y Sigeo D. (2010). Fernandez A.(2001), Streble H. y Krauter D. (1987), Ramírez J. (2007).

Se logró determinar la composición y estructura los grupos funcionales y se estimó las abundancias, riqueza de especies y índice de diversidad: Shannon-H y Índice de equidad de Pielou en cada grupo de Fitoplancton. En segundo lugar se analizaron de modo separado a cada grupo funcional perteneciente del Fitoplancton en respecto a sus índices de diversidad, abundancia y riqueza específica y finalmente se realizó un porcentaje de similaridad con respecto a su abundancia según el índice de Morisita entre las estaciones de muestreo. El programa estadístico que se empleo fue el PAST ver. 2008 (Hammer Et. Al., 2001).

- Índices de diversidad (Moreno, 2001): se aplicaron estos índices para cada comunidad acuática presente en el Rio Uchusuma-Vila Vilani:

- ✓ Índice de diversidad Shannon-Wiener

$$H = \sum (P_i \cdot \ln P_i)$$

Donde:

$$p_i = n_i/n$$

n_i = número de individuos del taxón enésimo.

n = número total de individuos en la muestra.

\ln = logaritmo natural,

n = Total número de individuos

- ✓ Índice de equidad de Pielou

$$E = H'/H'_{max} = \frac{[-\sum p_i \times \log(p_i)]}{\log(S)}$$

Donde:

$$H'_{max} = \lg(S).$$

- E tiende a 1 = comunidad balanceada en la abundancia de las especies. Nadie domina en abundancia
- E tiende a 0 = comunidad dominadas en abundancia por una o pocas especies

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

2.2.3 Muestreo y análisis del zooplancton

En la toma de muestra para el análisis del zooplancton, se realizó la toma de muestra directamente, con filtración de 50L, en diferentes direcciones empleando la red para zooplancton de abertura de boca de 67 cm y abertura de malla de 330 μ , enjugando 3 veces cada red disponiendo de la accesibilidad del Rio, se tomó en cuenta su profundidad y distancia para la toma de muestras. El zooplancton concentrado en la red, fue vertido a un frasco de boca ancha de 200 ml y posteriormente se les

adiciono formol al 10 %, para lograr una concentración de fijación y preservación al 4 % (UNMSM, 2014) (Wetzel & Likens, 2000) (Ecotecnos Ltda, 2011)

2.2.3.1 Estudio de zooplancton :

La observación se realizó con ayuda de un microscopio binocular compuesto (20x y 40x) de magnificación. La evaluación cuantitativa del zooplancton se realizó mediante observación directa al microscopio con 1ml de muestra. En este caso, se estudiaron el Zooplancton, la identificación de los diferentes taxones se identificaron según las claves de: Streble H. y Krauter D. (1987)(Conde, 2004) (Estrada, 2015).

- Índices de diversidad (Moreno, 2001)

Se aplicaron los mismos índices utilizados en la comunidad del fitoplancton.

2.2.4 Muestreo y análisis de macroinvertebrados

La colecta de bentos se recolectó mediante la red Surber la cual se colocó contra corriente del río durante unos 20 minutos con la red así dispuesta, el sedimento y las piedras ubicadas frente de la red fueron removidas con una pala, del mismo modo se enjugaron la vegetación ribereña y sustrato lítico para poder obtener los organismos acuáticos adheridos a estos.

En cada estación de muestreo se realizó los mismos procedimientos en los 4 puntos del muestreo a diferentes distancias, a lo largo de un transecto de 5 metros con la finalidad de coleccionar submuestras que después fueron reunidas en un balde para formar una muestra compuesta, las cuales representaron los diferentes hábitats que se encontraban en el Río Uchusuma-Vila Vilani. Las muestras compuestas se fijaron al 95% y preservaron al 70% con alcohol en frascos herméticos y debidamente rotulados. Métodos de Colecta, Identificación y Análisis de Comunidades Biológicas: Plancton, Perifiton, Bentos (Macroinvertebrados) y Necton (peces) en aguas continentales del Perú .UNMSM,2014. (Darrigran G., 2007 y Epa,2010); Oscoz J. y Col.2009.

2.2.4.1 Estudio de los macroinvertebrados

Las muestras fueron lavadas en un tamiz de 500 micras (EPA). Luego se las distribuyó en una placa petri y se las examinó en un estereoscopio binocular de 4x y 6x de magnificación. Se guardaron los insectos en viales debidamente etiquetados. La determinación taxonómica de los órdenes y familias de macroinvertebrados bentónicos se realizó con las claves de Fernández y Domínguez (2001) preparadas especialmente para la fauna sudamericana y Needham (2001). Fuentes complementarias para la determinación taxonómica fueron las claves para familias de insectos de Csiro (2000) y Bouchard (2004), así como la clave de Domínguez et al.(1992) para familias de EPHEMEROPTERA y TRICHOPTERA (Springer,2006).

El análisis taxonómico se realizó en base a los caracteres distinguibles, generalmente del tipo morfológicos, morfométricos (medidas y proporciones) y merísticos (recuento de partes). Empleándose claves relacionadas a cada uno de los diferentes grupos y eventualmente siguiendo descripciones originales. (Ferreira,2006)(Garrido, 2012).

Se determinó las familias presentes en cada punto de muestreo, se estimó abundancias, riqueza de familias, índices de diversidad: Shannon-H y Pielou, además, se realizó un porcentaje de similaridad según el índice de Morisita entre las estaciones de muestreo. El programa estadístico empleado fue el PAST ver. 2008 (Hammer Et. Al., 2001).

Los datos de abundancia de familias de insectos acuáticos se usaron para calcular un Índice Biótico de Calidad de Agua (Mandaville, 2002) basado en la tolerancia de las familias a la polución.

2.2.5 Muestreo y análisis de los peces

La captura se realizó mediante el empleo de una red de arrastre manual de 60 cm de ancho y 1,3 m de mango fijo de forma cuadrada de 5cm de cocada. Se colectó ejemplares para lograr identificación en bolsas de plástico, las cuales fueron rotuladas con información básica del lugar (estación de muestreo, fecha y hora). Los peces fueron fotografiados y se registraron la cantidad de especímenes que se logró capturar en esa estación. Para la

preservación de especímenes se realizó una fijación con formol al 20% y se preservó con formol al 4%. “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.” UNMSM, 2014. (Bar , 2003).

2.2.5.1 Estudio de los peces

El análisis taxonómico se realizaron en base a los caracteres distinguibles, generalmente del tipo morfológicos, morfométricos (medidas y proporciones) y merísticos (recuento de partes). Se utilizaron claves relacionadas a cada uno de los diferentes grupos y eventualmente siguiendo descripciones originales Gery, 1977; Vari & Siebert, 1989; Vari & Harold, 2001 y Ferreira, 2006. Se determinó las especies presentes en cada punto de muestreo, se estimó abundancias (Hammer et. al., 2001).

2.3. Metodología para la determinación de la calidad del agua

2.3.1 Fitoplancton

El índice Diatómico General (IDG; Delluomo, 2004) se utilizó a las Bacillariophyta (diatomeas) como organismos muy sensibles a la polución, especialmente al nitrógeno y fósforo. Cuando se emplea diatomeas a nivel de especie se logra obtener una aproximación del tipo de agua que se está evaluando (Ver, Anexo 7).

El índice IDG viene determinado por 3 variables:

- La Sensibilidad a la polución de cada especie (S), toma valores desde 1, más resistente, hasta 5, más sensible.
- Amplitud ecológica (V), que va desde 1, forma ubicua, hasta 3, forma característica.
- La abundancia, expresada en %.

El índice diatómico para cada estación de muestreo, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IDG = \frac{\sum_{i=1}^n A_i S_i V_i}{\sum_{i=1}^n A_i V_i}$$

Donde : $A_i = \text{Abundancia (\%)}$

$S_A =$ Sensibilidad a la polución (1 a 5)

$V_1 =$ Valor indicativo de especie(1a 3)

Los valores del índice diatómico general se expresan en 8 tipos de calidad ambiental, correspondiente a una escala de condición biológica.

Cuadro 2. Clasificación de la calidad según el IDG “Índice Diatómico General”

Valor	Grado de contaminación	color
IDG >4.5	Calidad biológica Óptima	Blue
4<IDG <4.5	Calidad normal. (Polución débil)	Cyan
3.5<IDG <4	Polución moderada. Eutrofización	Yellow
3<IDG <3.5	Polución media .(Eutrofización acentuada)	Orange
2<IDG <3	Desaparición de especies sensibles. Polución Fuerte	Olive
1<IDG <2	Polución muy fuerte	Red
IDG = 0	La población es considerada como inexistente (polución tóxica).Por debajo de 1º ind. Por mm3	Dark Red

Fuente: Dellouomo, 2004

Este índice puede servir para todos los ecosistemas de agua dulce ya que las diatomeas se caracterizan por ser cosmopolitas. Son además el grupo más diverso de micro algas fitoplanctónicas y sus requerimientos ecológicos son conocidos para muchas de sus especies. Las diatomeas

son organismos sensibles a la eutrofización, a la contaminación orgánica y mineral y la estimación del índice es fiable para un rango de contaminación bajo, donde los otros métodos son menos fiables. Además, los índices diatómicos están basados en datos cuantitativos y la estimación es más acertada y más sensible que los métodos estrictamente cualitativos. Las diatomeas reaccionan de manera muy rápida a las modificaciones de la calidad del agua. (Universidad Agraria la Molina, 2012)

2.3.2. Bentos

Se utilizaron el índice Biótico de Familias (Hilsenhoff, 1988; Mandaville, 2002). Se logró identificar los diferentes grupos taxonómicos hasta el nivel de familia asignando el puntaje de tolerancia (Ver, Anexo 8) de acuerdo con Hilsenhoff, 1988 y Roldán, 1999. Se cuantificó el número de individuos de cada familia. Los puntajes fueron multiplicados, los resultados sumados y posteriormente divididos por el número total de individuos del sector estudiado (estación), correspondiente al IBF según la ecuación:

$$IBF = \sum(xi \cdot ti) / n$$

Donde:

xi = número de individuos de cada familia

ti = valor de tolerancia de la familia

n = número total de individuos en la muestra

Finalmente, los valores del índice Biótico se expresan en 7 clases de calidad ambiental, correspondiente a una escala de condición biológica.

Cuadro 3. Escala de calidad del agua según el IBF "Índice Biótico de Familias" (Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999).

Valor	Calidad	Grado de contaminación	color
0.00-3.75	Excelente	No contiene contaminación orgánica	Blue
3.76-4.25	Muy buena	Posiblemente contiene contaminación orgánica	Cyan
4.26-5.00	Buena	Probablemente alguna contaminación	Green
5.01-6.50	Regular	Contiene poca contaminación	Yellow
6.51-7.25	Regular-Pobre	Contiene contaminación	Orange
6.51-7.25	Pobre	Contiene mucha contaminación	Brown
7.25-10.0	Muy pobre	Contiene severa contaminación	Red

Fuente: Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999

III. RESULTADOS

3.1 Determinación taxonómica

Los Cuadros 4,5,6 y 7 contienen los listados taxonómicos de las especies de las comunidades encontradas durante los meses de mayo a octubre de 2014, en el Río Uchusuma-Vila Vilani. En relación de la diversidad del fitoplancton, se encontraron 6 grupos funcionales: Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta y Cryptophyta. El grupo dominante fue la división Bacillariophyta, se encontraron 159 especies de las 196 totales, las cuales están distribuidas en doce órdenes, 26 familias y 39 géneros. En relación de la diversidad del zooplancton del Río Uchusuma-Vilavilani se encontraron: 7 grupos principales: Arthropoda, Anellida, Ciliophora, Protozoa, Rotifera, Cercozoa, Amoebozoa y Nemata. El grupo dominante fue la división Rotifera, se encontraron 10 especies de las 40 totales, las cuales están distribuidas en cuatro órdenes, 8 familias y 9 géneros. La comunidades acuáticas del Río Uchusuma- Vilavilani está constituida por 40 familias a su vez estas últimas están divididas en 4 Phylum, 11 clases y 20 Ordenes. En relación a la diversidad de los peces se registraron solamente dos especies pertenecientes a dos órdenes, 2 familias y dos géneros.

Cuadro 4. Listado taxonómico de las especies de Fitoplancton reportadas durante los meses de Mayo a Octubre del 2014, en el Rio Uchusuma-Vilavilani

DIVIS.	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
BACILLARIOPHYTA	Bacillariophyceae	Achnanthesales	Achnantheaceae	<i>Achnanthes sp</i>
				<i>Achnanthes lanceolata</i>
			<i>Achnanthes microcephala</i>	
			Cocconeidaceae	<i>Cocconeis placentula</i>
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Denticula elegans</i>
				<i>Denticula sp1</i>
				<i>Hantzschia amphioxys</i>
				<i>Hantzschia virgata</i>
				<i>Nitzschia acicularis</i>
				<i>Nitzschia amphibia</i>
				<i>Nitzschia angarica</i>
				<i>Nitzschia constricta</i>
				<i>Nitzschia capillenata</i>
				<i>Nitzschia diversa</i>
				<i>Nitzschia dubai</i>
				<i>Nitzschia dissipata</i>
				<i>Nitzschia flexa</i>
				<i>Nitzschia fonticola</i>
				<i>Nitzschia fossilis</i>
				<i>Nitzschia frustulum</i>
				<i>Nitzschia fruticosa</i>
				<i>Nitzschia gracilis</i>
				<i>Nitzschia tibularia</i>
				<i>Nitzschia hamqurqensis</i>
				<i>Nitzschia halovii</i>
				<i>Nitzschia incospicua</i>
				<i>Nitzschia intermedia</i>
				<i>Nitzschia linearis</i>
<i>Nitzschia palea</i>				
<i>Nitzschia perminuts</i>				
<i>Nitzschia peruviana</i>				

Continúa /

Continuación /

DIVIS.	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	
BACILLARIOPHYTA	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia pumila</i>	
				<i>Nitzschia pusilla</i>	
				<i>Nitzschia recta</i>	
				<i>Nitzschia solita</i>	
				<i>Nitzschia scalaris</i>	
				<i>Nitzschia subacicularis</i>	
				<i>Nitzschia sociabilis</i>	
				<i>Nitzschia sp1</i>	
				<i>Nitzschia vermicularis</i>	
				<i>Nitzschia umbonata</i>	
				Cymbellales	Cymbellaceae
		<i>Cymbella aspera</i>			
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella cymbiformis</i>	
				<i>Cymbella minuta</i>	
				<i>Cymbella lanceolata</i>	
				<i>Cymbella tumida</i>	
				<i>Cymbella muelleri</i>	
				<i>Cymbella sp1</i>	
				<i>Encyonema sp1</i>	
				<i>Encyonema gracile</i>	
				<i>Gomphoneis minuta</i>	
				<i>Gomphoneis sp1</i>	
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema acuminatum</i>
			<i>Gomphonema angustum</i>		
			<i>Gomphonema clavatum</i>		
			<i>Gomphonema minuta</i>		
			<i>Gomphonema parvulum</i>		
			<i>Gomphonema productum</i>		
			<i>Gomphonema sp1</i>		
			<i>Gomphonema olivacerum</i>		
			<i>Gomphonema truncatum</i>		
			Rhoicospheniaceae		<i>Rhoicospeña curvata</i>
			Anomooneidaceae	<i>Amonoeis sp</i>	
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia exigua</i>
				Eunotiaceae	<i>Eunotia praerupta</i>
		Naviculales	Amphipleuraceae	<i>Frustulia franquellii</i>	
				<i>Frustulia rhomboides</i>	
				<i>Frustulia saxonica</i>	
				<i>Frustulia sp1</i>	
			Diadesmidaceae	<i>Luticula sp1</i>	
			Diploneidaceae	<i>Diploneis ovalis</i>	
<i>Diploneis sp1</i>					
Naviculaceae	<i>Navicula angusta</i>				
	<i>Navicula apugnata</i>				
	<i>Navicula cryptotenella</i>				
	<i>Navicula cryptocephala</i>				
<i>Navicula charlati</i>					

Continua //

Continuación ///

DIVIS.	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
BACILLARIOPHYTA	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula cuspidata</i>
				<i>Navicula lanceolata</i>
				<i>Navicula exigua</i>
				<i>Navicula dicephala</i>
				<i>Navicula linearis</i>
				<i>Navicula mutica</i>
				<i>Navicula oblonga</i>
				<i>Navicula pumila</i>
				<i>Navicula pupula</i>
				<i>Navicula rynchocephala</i>
				<i>Navicula radiosa</i>
				<i>Navicula salinarum</i>
				<i>Navicula subtilisima</i>
				<i>Navicula trin punctata</i>
				<i>Navicula sp1</i>
		<i>Navicula veneta</i>		
		<i>Navicula viridula</i>		
		Pennales	Epithemiaceae	<i>Ephitemia adnata</i>
				<i>Ephitemia arqus</i>
				<i>Ephitemia turgida</i>
				<i>Ephitemia sp1</i>
				<i>Ephitemia sorex</i>
			Neidiaceae	<i>Neidium sp1</i>
			Pinnulariaceae	<i>Caloneis sp1</i>
				<i>Pinnularia abaiensis</i>
				<i>Pinnularia acrosphaesia</i>
<i>Pinnularia dactylus</i>				
<i>Pinnularia divergens</i>				
<i>Pinnularia gibba</i>				
<i>Pinnularia lata</i>				
<i>Pinnularia maior</i>				
<i>Pinnularia microstauron</i>				
<i>Pinnularia rupestris</i>				
BACILLARIOPHYTA	Bacillariophyceae	Pennales	Pinnulariaceae	<i>Pinnularia sp1</i>
			<i>Pinnularia viridis</i>	
			Pleurosigmataceae	<i>Girosigma pattenuatum</i>
			<i>Girosigma sp1</i>	
			Sellaphoraceae	<i>Sellaphora sp1</i>
			Stauroneidaceae	<i>Stauroneis acuta</i>
				<i>Stauroneis sp1</i>
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Craticula ambigua</i>
				<i>Ephitemia adnata</i>
				<i>Ephitemia arqus</i>
				<i>Ephitemia turgida</i>
				<i>Ephitemia sp1</i>
				<i>Ephitemia sorex</i>
		Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Rhopalodia gibba</i>
				<i>Rhopalodia musculus</i>
<i>Rhopalodia sp1</i>				

Continua ///

Continuación ///

DIVIS.	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
BACILLARIOPHYTA	Bacillariophyceae	Surirellales	Surirellaceae	<i>Campylodiscus sp</i>
				<i>Cymatopleura solea</i>
				<i>Surirella linearis</i>
				<i>Surirella ovalis</i>
				<i>Surirella ovata</i>
		<i>Surirella sp1</i>		
		Entomoneidaceae	<i>Entomoreis alata</i>	
		Thalassiosphaerales	Catenulaceae	<i>Amphora ovalis</i>
				<i>Amphora sp1</i>
				<i>Asterionella formosa</i>
	<i>Diatoma vulgare</i>			
	<i>Fragilaria sp1</i>			
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp2</i>
				<i>Fragilaria sp3</i>
				<i>Fragilaria mesolepta</i>
				<i>Fragilaria cratonensis</i>
				<i>Hannaea arcus</i>
				<i>Staurosirella sp</i>
				<i>Synedra acus</i>
				<i>Synedra delicatissima</i>
<i>Synedra fructicosa</i>				
<i>Synedra famelica</i>				
<i>Synedra fasciculata</i>				
<i>Synedra pseudogaulardii</i>				
<i>Synedra gaulardii</i>				
<i>Synedra pulchella</i>				
<i>Synedra pumila</i>				
<i>Synedra radians</i>				
<i>Synedra rumpens</i>				
BACILLARIOPHYTA	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Synedra ulna</i>
			Tabellariaceae	<i>Tabellaria sp</i>
	Coscinodiscophyceae	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira italica</i>
				<i>Melosira sp1</i>
			<i>Melosira granulosa</i>	
			<i>Melosira varians</i>	
CYANOBACTERIA	Cyanophyceae	Pseudanabaena	Pseudanabaena	<i>Pseudanabaena sp1</i>
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena oscillarioides</i>
				<i>Anabaena sp1</i>
				<i>Nostoc commune</i>
				<i>Nostoc sp1</i>
				Rivulariaceae
	Chroococcales	Chroococcales	<i>Chroococcus turgidus</i>	
	Synechococophyceae	Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Gomphosphaeria aponina</i>
Chroobacteria	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lynqbya martesiana</i>	
			<i>Lynqbya sp1</i>	
			<i>Lynqbya sp2</i>	

Continua ////

Continuación ////

DIVIS.	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
CYANOBA CTERYA	Chroobac teria	Oscillatorial es	Oscillatoriacea e	<i>Oscillatoria subbrevis</i>
				<i>Oscillatoria sp1</i>
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Plectonema sp1</i> <i>Phormidium sp1</i>
CLOROPHY	Chlorophy	Chloroco ccales	Oocystaceae	<i>Ankistrodesmus ancutus</i>
				<i>Ankistrodesmus falkatus</i>
				<i>Ankistrodesmus acicularis</i>
				<i>Closteriopsis sp1</i>
CLOROPHYTA	Chlorophyceae	Chlorococca les	Oocystaceae	<i>Oocystis sp1</i>
			Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum boryanum</i> <i>Pediastrum duplex</i>
		Ulotrichales	Ulvaceae	<i>Enteromorpha prolifera</i>
			Ulotrichaceae	<i>Ulothrix sp1</i>
		Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium sp1</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp1</i>
	Chaetophoraceae		<i>Pleurococcus sp1</i>	
	Zygoephyce ae	Zygnematale s	Desmidiaceae	<i>Closterium ehrenbergi</i>
				<i>Staurastrum tetracerum</i> <i>Cosmarium botritis</i>
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp</i>
EUGLENOPH EUGLENA	Euglenophyce	Euglenales	Euglenaceae	<i>Euglena sp1</i>
				<i>Trachelomona sp1</i>
		Heteronemat	Paranemataceae	<i>Paranema sp</i>
XANTOPHY	Xanthophyc	Tribonematale	Tribonemataceae	<i>Tribonema sp</i>
CRYPTOPHY	Chrysophyceae	chromonadale	chromonadaceae	<i>Uroglena sp</i>

Fuente: elaboración propia

Cuadro 5. Listado taxonómico de las especies de Zooplancton reportadas durante los meses de mayo a octubre de 2014, en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE
Arthropoda	Branchiopoda	Diplostraca	Chydoridae	<i>Alona sp1</i>
				<i>Camptocercus rectirostris</i>
				<i>Pseudochydorus sp1</i>
	Maxillopoda	Harpacticoida	Canthocamptidae	<i>Canthocamptus sp1</i>
Nemata	Adenophorea	Plectida	Plectidae	<i>Anaplectus sp1</i>
				<i>Anaplectus granulatus</i>
		Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera filiformis</i>
				<i>Monhystera stagnalis</i>
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella megastroma</i>
				<i>Arcella discoides</i>
			Centropyxidae	<i>Centropyxis sp1</i>
				<i>Centropyxis aerofila</i>
		Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia basillifera</i>
				<i>Diffugia sp</i>
				<i>Diffugia lobostoma</i>
				<i>Diffugia lobostoma</i>
Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Assulina minor</i>
				<i>Euglypha ciliata</i>
			Trinematidae	<i>Trinema enchelys</i>
				<i>Trinema lineare</i>
				<i>Trinema sp</i>

Continúa/

Continuación //

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO Y ESPECIE	
Rotifera	Monogononta	Ploimida	Brachionidae	<i>Brachionus sp1</i>	
				<i>Keratela sp</i>	
			Lecanidae	<i>Lecane sp1</i>	
					<i>Lecane luna</i>
				Trichocercidae	<i>Trichocerca sp1</i>
	Eurotatoria	Ploima		Notommatidae	<i>Cephalodella sp1</i>
					<i>Rotifero indetermi.</i>
					<i>Notommata sp1</i>
Liindiidae				<i>Lindia sp1</i>	
			Mytilinidae	<i>Mytilina sp</i>	
Protozoa	Lobosa	Amoebida	Vahlkampfidae	<i>Vahlkampfia sp.</i>	
Ciliophora	Oligohymenophorea	Hymenostomatida	Cinetochilidae	<i>Platynema sp1</i>	
		Peritrichida	Vorticellidae	<i>Vorticella sp1</i>	
			Peritrichida	<i>Astramoeba sp</i>	
		Peniculida	Frontoniidae	<i>Frontonia sp</i>	
Anellida	Oligochaeta	Haplotaxida	Aelosoamatidae	<i>Aelosoma sp1</i>	
Rhizopoda	Filosa	Euglyphida	Cyphoderiidae	<i>Cyphodera margaritacea</i>	
				<i>Cyphodera sp</i>	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 6. Listado taxonómico de las especies de Macroinvertebrados reportadas durante los meses de mayo a octubre de 2014, en el Rio Uchusuma-Vila Vilani.

PHYLLUM	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae
			Leptophlebiidae
		Plecoptera	Perlidae
			Leuctridae
			Gryopterigidae
			Brachycentridae

Continua/

Continuación /

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA
Arthropoda	Insecta	Tricoptera	Elmidae
			Dytiscidae
			Dryopidae
			Limnephilidae
			Leptoceridae
			Hydroptilidae
			Hidrobiosidae
		Diptera	Chironomidae (Diamesiane)
			Simulidae
			Empididae
			Culicidae
			Tabanidae
			Tanyponidae
			Muscidae
	Tipulidae		
	Ceratopogonidae		
	Heteroptera	Aphelocheiridae	
	Odonata	Coenagrionidae	
	Socoptera	Socidae	
	Arachnoidea	Acari	Oxidae
			Hydrachnidae
	Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae
	Insecta	Coleoptera	Elmidae (Larva)
			Elmidae
			Dytiscidae
			Dryopidae
			Limnephilidae
			Leptoceridae
			Hydroptilidae
		Hidrobiosidae	
		Diptera	Chironomidae (Diamesiane)
			Simulidae
Empididae			
Culicidae			
Tabanidae			
Tanyponidae			
Muscidae			
Tipulidae			
Ceratopogonidae			
Heteroptera	Aphelocheiridae		
Odonata	Coenagrionidae		
Socoptera	Socidae		
Arachnoidea	Acari	Oxidae	
		Hydrachnidae	
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7. Listado taxonómico de las especies de Peces reportadas durante los meses de mayo a octubre del 2014, en el Rio Uchusuma-Vila Vilani.

PHYLLUM	CLASE	ÓRDEN	FAMILIA	GÉNERO ESPECIE
Chordata	Actinopterygii	Siluriformis	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus rivulatus</i>
		Cyprinodontiformes	Cyprinodontidae	<i>Orestias empyraeus</i>

Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis fisicoquímico del Rio Uchusuma-Vila Vilani

La medición de las variables fisicoquímicas, temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y TDS, se realizó simultáneamente con la obtención de agua, sedimentos y muestras biológicas. Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados a las estaciones de muestreo RUCHU01, RUCHU02, RVIL01 y RVIL02 del Rio Uchusuma- Vila Vilani, los valores obtenidos se promedian mensualmente en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Valores promedio mensuales de los Parámetros Fisicoquímicos del Rio Uchusuma-Vila Vilani

Para.	RUCHU-01					RUCHU-02				
	MAYO	JUNIO	AGOSTO	OCTUE	x	MAYO	JUNIO	AGOSTO	OCTUE	x
pH	8.5	9	7.4	7.8	8.18	8.5	9.5	7.9	7.6	8.38
C.E.	580	570	600	490	560	560	530	660	470	560
T°	11.9	6.8	7.4	16.6	10.68	7.8	7.2	3.7	11.7	7.6
O.D.	8.64	8.64	12.15	21.2	12.66	13.86	9.82	10.63	21	13.83
TDS	734	596	413	340	520.8	422	367	459	327	393.8
Para.	RVIL-01					RVIL-02				
	MAYO	JUNIO	AGOSTO	OCTUE	x	MAYO	JUNIO	AGOSTO	OCTUE	x
pH	8.2	8.2	7.7	7.1	7.8	8.4	8.4	7.4	7.9	8.03
C.E.	470	470	480	410	460	470	470	500	410	460
T°	12.2	12.2	9.3	7.1	10.2	8.4	8.4	10.4	8.1	8.83
O.D.	8.19	8.19	7.3	10.13	8.45	9.24	9.24	10.64	10.17	9.82
TDS	328	328	334	283	318.3	326	326	348	284	321

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 8, se observa los diferentes promedios pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y TDS, durante el periodo de evaluación, en cuanto al pH se observaron valores de neutralidad con ligera tendencia a alcalinidad durante los 4 meses de muestreo con el valor más elevado en la estación RUCHU02 (8,38) y el valor más bajo fue en la estación RVIL01 (7,8). En cuanto a la conductividad eléctrica el valor más elevado fue en las estaciones RUCHU-01 y RUCHU-02 (560 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y el valor más mínimo fue en la estación RVIL01 (460 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El

máximo valor que alcanzó la temperatura fue en la estación RUCHU01 (10,68 °C) y el mínimo valor fue en la estación RUCHU02 (7,60°C). En cuanto al oxígeno disuelto el valor elevado fue en la estación RUCHU02 (13,83mg/L) y valor mínimo fue en la estación RVIL01 (8,45 mg/L). Se registró que los sólidos totales disueltos tiene su más alto valor en la estación RUCHU01 con (520,75 mg/L) y su mínimo valor en el la estación RVIL01 (318,25 mg/L).

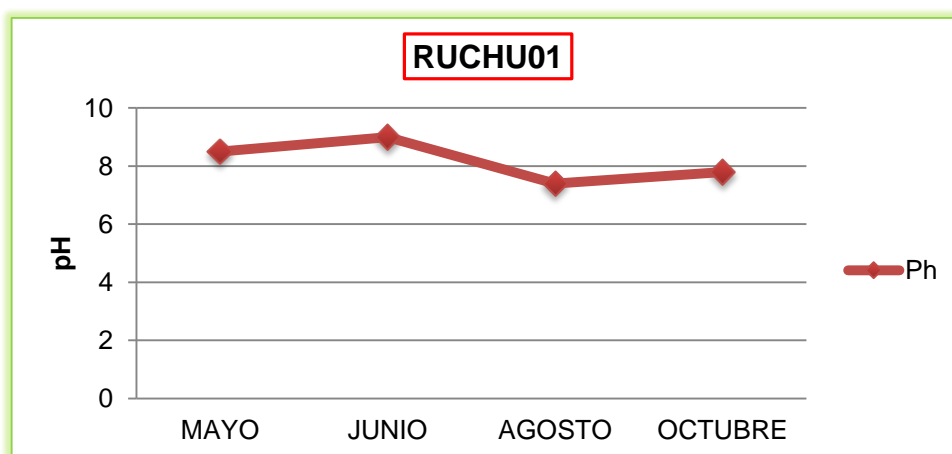


Figura 1. Fluctuación del pH del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 1 representa la fluctuación del pH durante los meses de muestreo en la estación RUCHU01. En donde se observa que el mes de junio fue el más elevado con valor de pH 9.

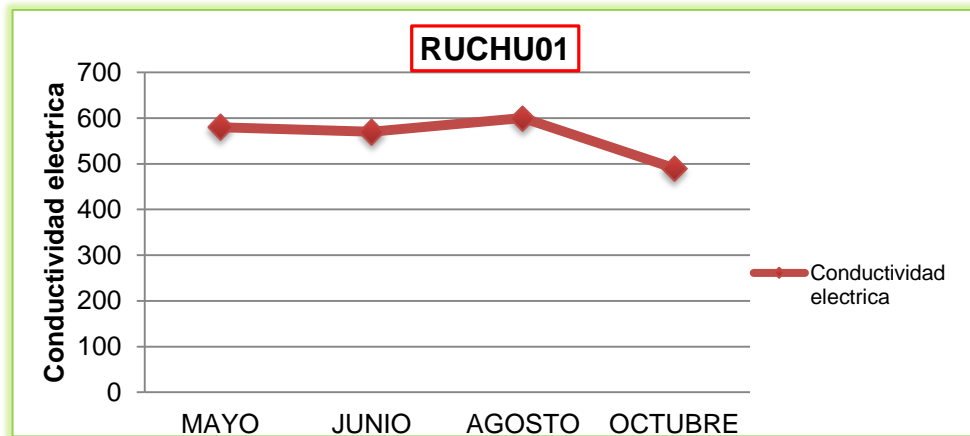


Figura 2. Fluctuación de la Conductividad eléctrica del Rio Uchusumavila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014)

La Figura 2 representa la fluctuación de la conductividad eléctrica durante los meses de muestreo en la estación RUCHU01. El mes de agosto tuvo valor más prominente correspondiente a 600 y el mes de octubre con un valor promedio menor de 490.

La Figura 3 representa la fluctuación de la Temperatura (°C) durante los meses de muestreo en la estación RUCHU01. En el mes de octubre fue valor más alto cuyo valor corresponde a 16.6, seguidamente mayo con un valor de 11.9, posteriormente el mes de agosto cuyo valor fue de 7.4 y finalmente el mes de junio con un valor de 6.8

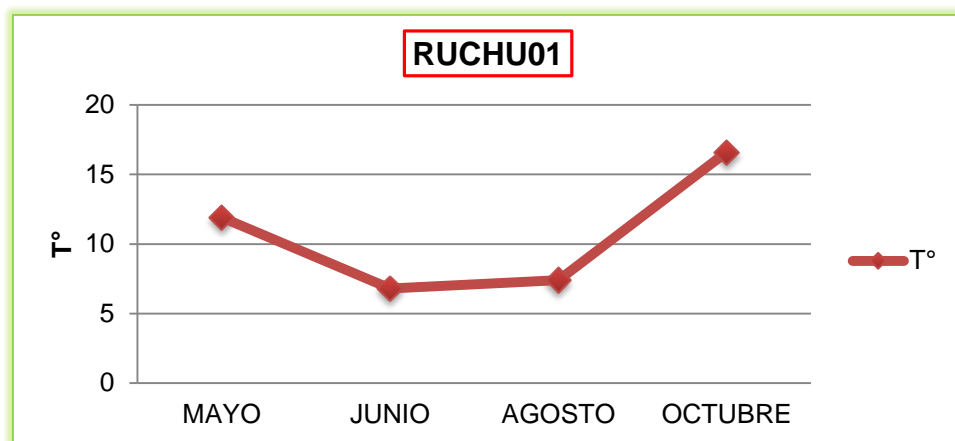


Figura 3. Fluctuación de la Temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014)

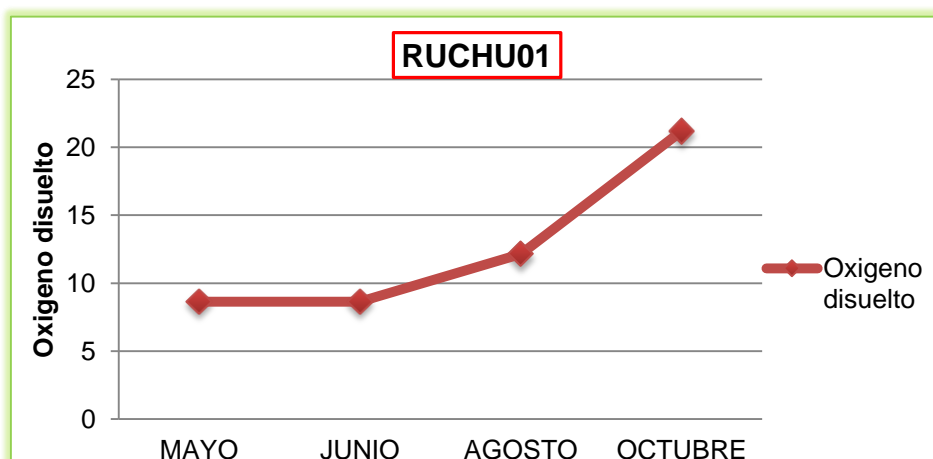


Figura 4. Fluctuación del Oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01. (Mayo-octubre 2014)

La Figura 4 representa la fluctuación del Oxígeno disuelto durante los meses de muestreo en la estación RUCHU01. En el mes de Octubre fue valor más alto cuyo valor corresponde a 21.2, seguidamente agosto con un valor de 12.15, y finalmente los meses de mayo y junio con un valor similar de 8.64

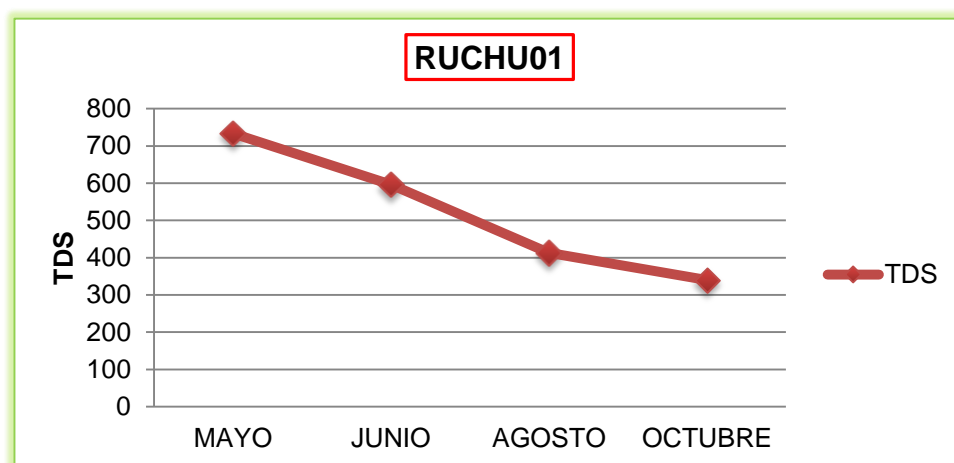


Figura 5. Fluctuación de los Solidos Totales Disueltos del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU01 (Mayo-octubre 2014).

La Figura 5 representa la fluctuación de los Solidos Totales Disueltos durante los meses de muestreo en la estación RUCHU01. Siendo el mes de mayo el que presenta la mayor fluctuación de Solidos Total Disueltos con un valor de 596, y el mes de octubre el de menor fluctuación con un valor de 340.

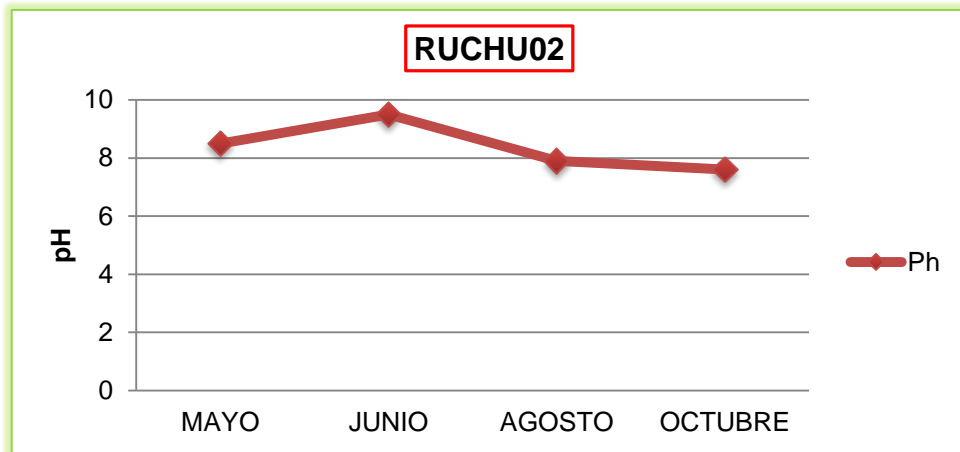


Figura 6. Fluctuación del pH del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014)

La Figura 6 representa la fluctuación del pH durante los meses de muestreo en la estación RUCHU02. En el mes de Junio fue el más elevado con valor de 9.5, con un valor mínimo en el mes de Octubre de 7.6

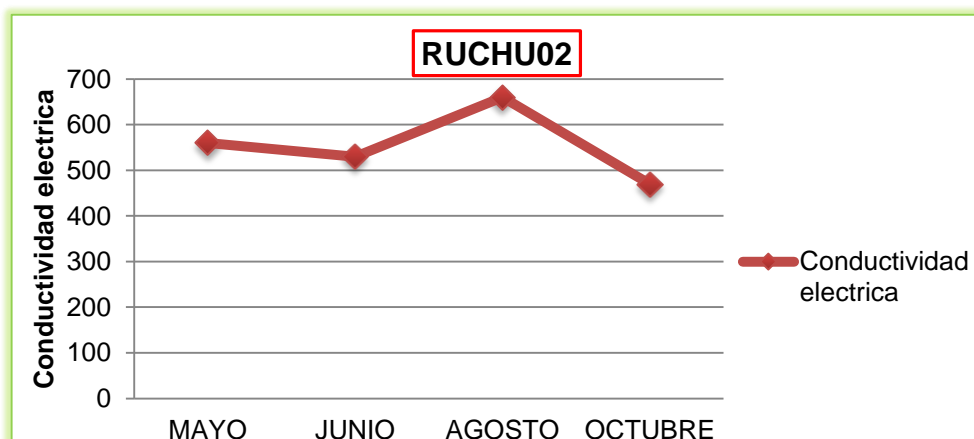


Figura 7 .Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014)

La Figura 7 representa la fluctuación de la conductividad eléctrica durante los meses de muestreo en la estación RUCHU02. En el mes de agosto fue valor más prominente de 660, seguidamente mayo con un valor de 560, y con un valor promedio mínimo de 470.

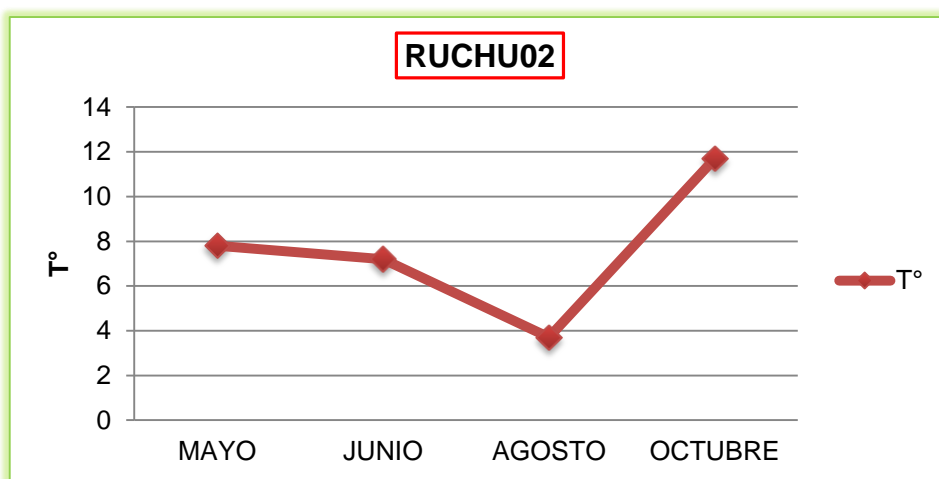


Figura 8. Fluctuación de la temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014)

La Figura 8 representa la fluctuación de la temperatura durante los meses de muestreo en la estación RUCHU02. En el mes de octubre se obtuvo el valor más alto y corresponde a 11.7, y el de menor valor el mes de agosto, con un valor de 3.7

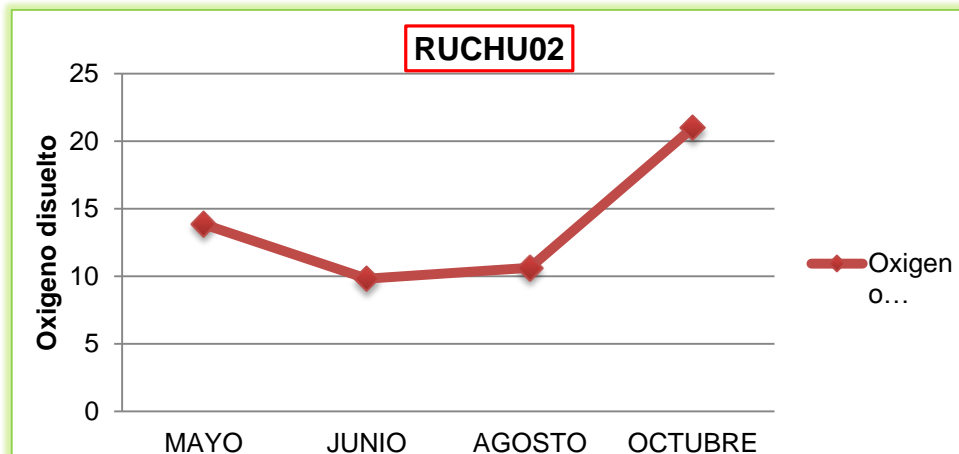


Figura 9. Fluctuación del oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 9 representa la fluctuación del oxígeno disuelto durante los meses de muestreo en la estación RUCHU02. Siendo el mes de octubre el valor más alto, con 21, seguidamente, el mes de junio, que obtuvo un valor mínimo de 9.82

La Figura 10 representa la fluctuación de los Solidos Totales Disueltos durante los meses de muestreo en la estación RUCHU02. En el mes de agosto fue valor más prominente, cuyo valor corresponde a 459 seguidamente, el mes de mayo, con un valor de 422, posteriormente el mes de junio, cuyo valor fue de 367 y finalmente, el mes de octubre, con un valor de 327.

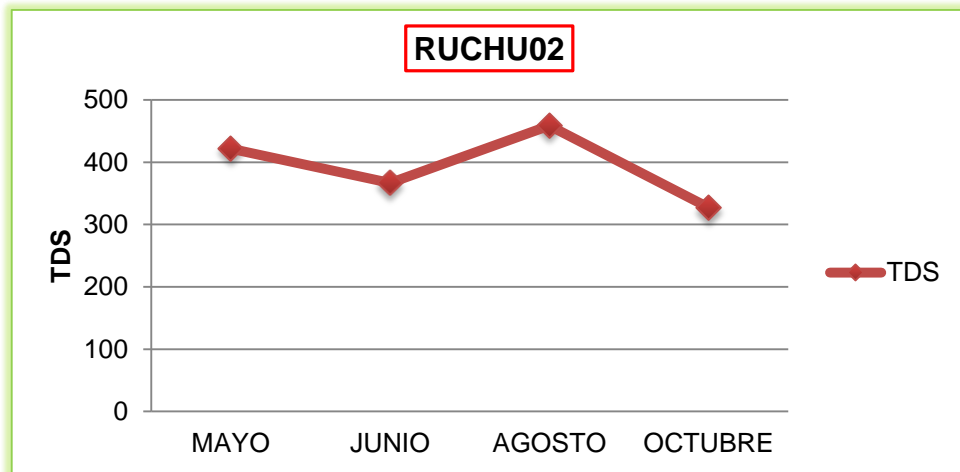


Figura 10. Fluctuación de los Solidos Totales Disueltos del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RUCHU02. (Mayo-octubre 2014).

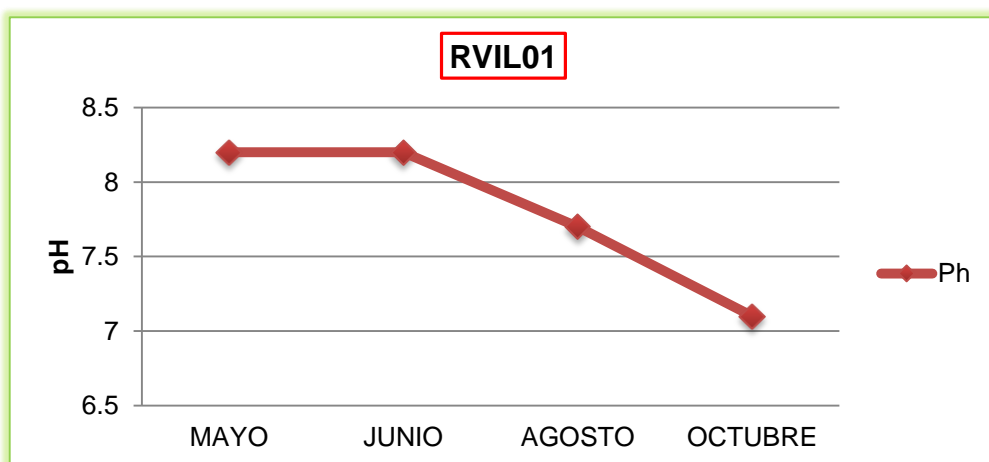


Figura 11. Fluctuación del pH del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 11 representa la fluctuación del pH durante los meses de muestreo en la estación RVIL01. En el mes de mayo y junio obtuvieron el valor más prominente, cuyo valor corresponde a 8.2, seguidamente el mes de agosto con un valor de 7.7 y finalmente, el mes de octubre, con un valor de 7.1

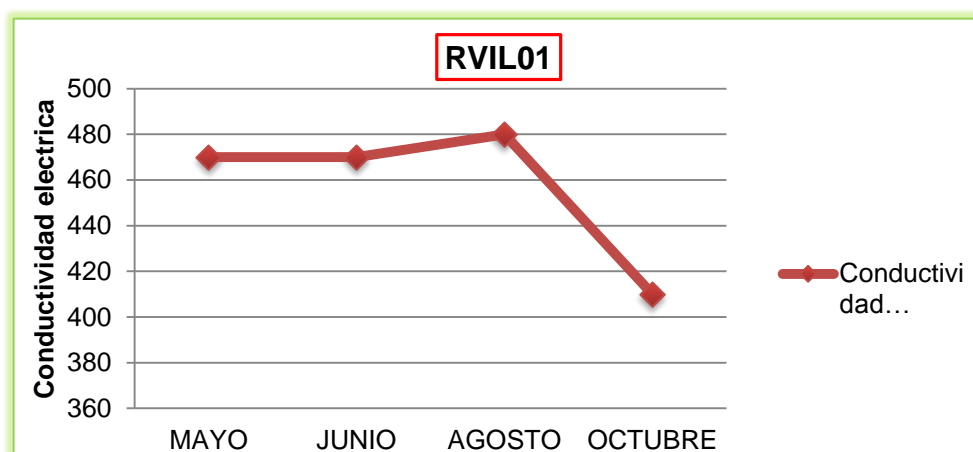


Figura 12. Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusumavila Vilani en la estación de muestreo RVIL01.(Mayo-octubre 2014).

La Figura 12 representa la fluctuación de la conductividad eléctrica durante los meses de muestreo en la estación RVIL01. En el mes de agosto, fue valor más prominente, con 0.48; seguidamente por los meses de mayo y junio cuyo valor para ambos fue de 0.476, posteriormente el mes de octubre, con un valor mínimo de 0.41

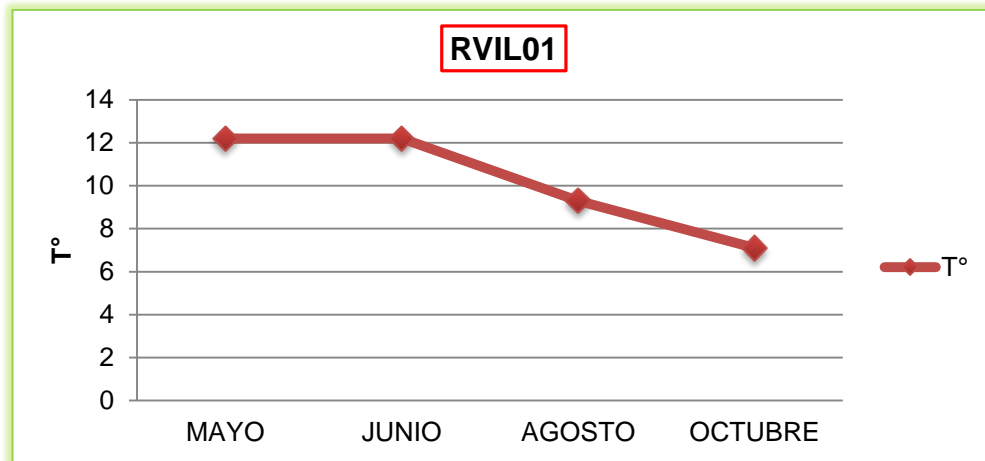


Figura 13. Fluctuación de la Temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01 RVIL01. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 13 representa la fluctuación de la temperatura durante los meses de muestreo en la estación RUCHU01. En los meses de mayo y junio, obtuvieron un elevado valor correspondiente a 12.2, seguidamente, por el mes de agosto, con un valor de 9.3, y finalmente, en el mes de octubre, con un valor de 7.1

La Figura 14 representa la fluctuación del Oxígeno disuelto durante los meses de muestreo en la estación RVIL01. En el mes de octubre fue valor más alto cuyo valor corresponde a 10.13, seguidamente por los meses de mayo y junio, con un valor de 8.19 y finalmente, en el mes de agosto, con un valor de 7.3

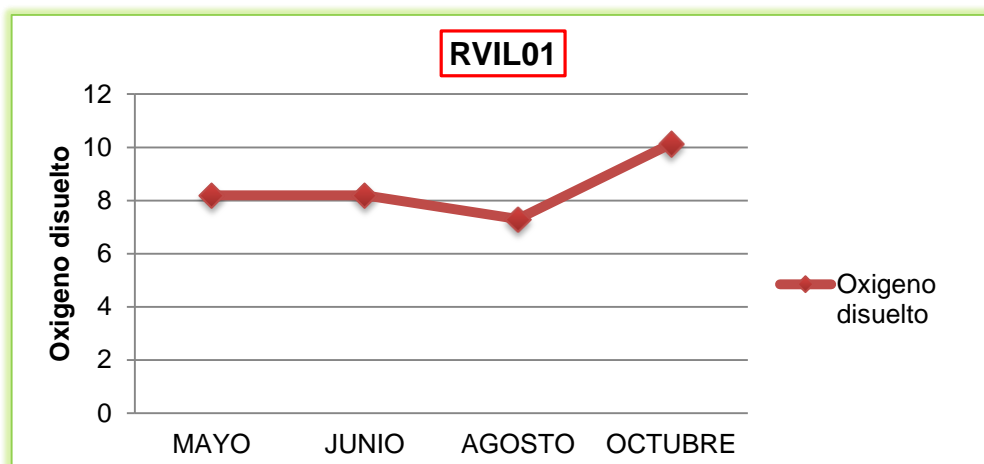


Figura 14. Fluctuación del Oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01. (Mayo-octubre 2014).

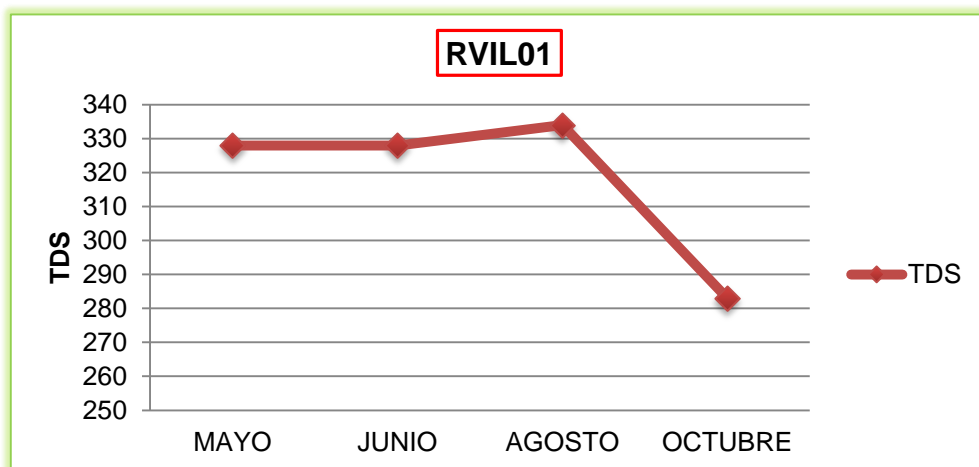


Figura 15. Fluctuación de los Solidos Totales Disueltos del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 15 representa la fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos durante los meses de muestreo en la estación RVIL01. En el mes de agosto fue valor más prominente, con a 334, posteriormente, el mes de octubre, tuvo un valor promedio mínimo de 283.

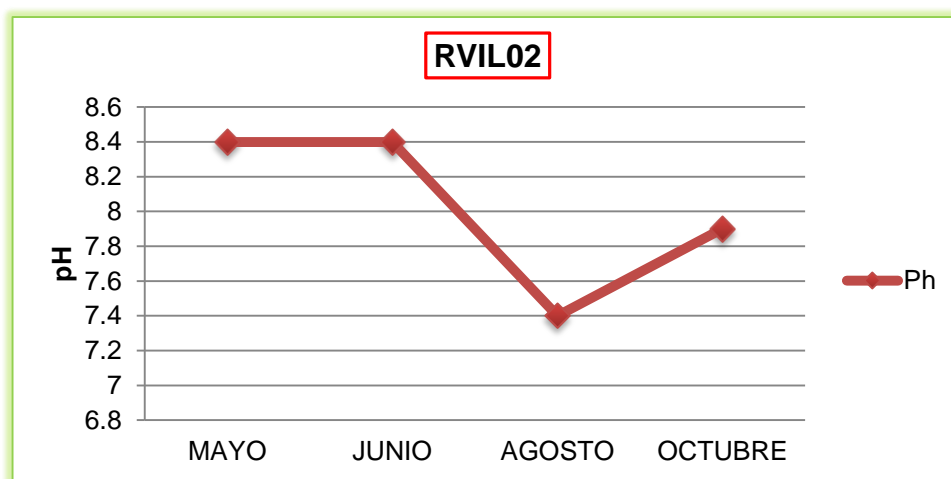


Figura 16. Fluctuación del pH del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL02. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 16 representa la fluctuación del pH durante los meses de muestreo en la estación RVIL02. En el mes de mayo y junio obtuvieron el valor más prominente cuyo valor corresponde a 8.4, seguidamente el mes de octubre con un valor de 7.9 y finalmente, el mes de agosto, con un valor de 7.4

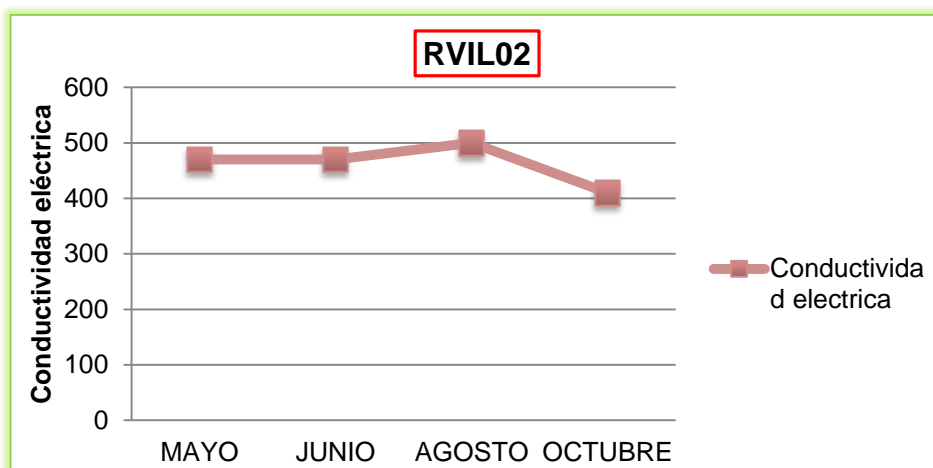


Figura 17. Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL02. (Mayo-octubre 2014).

La Figura 17 representa la fluctuación de la conductividad eléctrica durante los meses de muestreo en la estación RVIL02. En el mes de agosto, fue valor más prominente, cuyo valor corresponde a 500, posteriormente, el mes de octubre fue mínimo (410).

La Figura 18 representa la fluctuación de la Temperatura durante los meses de muestreo en la estación RVIL02. En el mes de agosto se obtuvo el valor más prominente, cuyo valor fue de 10.4, seguidamente por los meses de mayo y junio, con un valor de 8.4 y finalmente, en el mes de octubre con un valor de 8.1

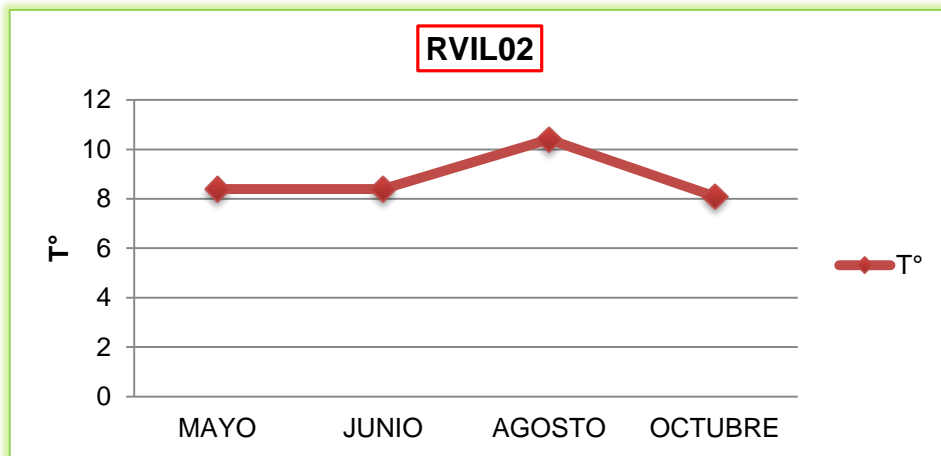


Figura 18. Fluctuación de la Temperatura del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL02. (Mayo-octubre 2014).

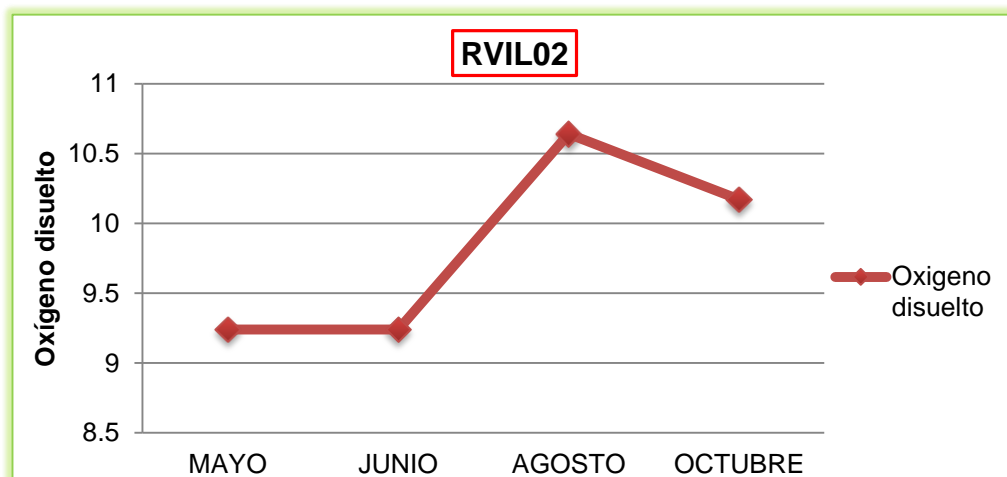


Figura 19. Fluctuación del Oxígeno Disuelto del Rio Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01. (Mayo-octubre 2014)

La Figura 19 representa la fluctuación del Oxígeno disuelto durante los meses de muestreo en la estación RVIL02. En el mes de agosto fue valor más alto, con 10.64, con valores promedios mínimos los meses de mayo y junio con 9.24

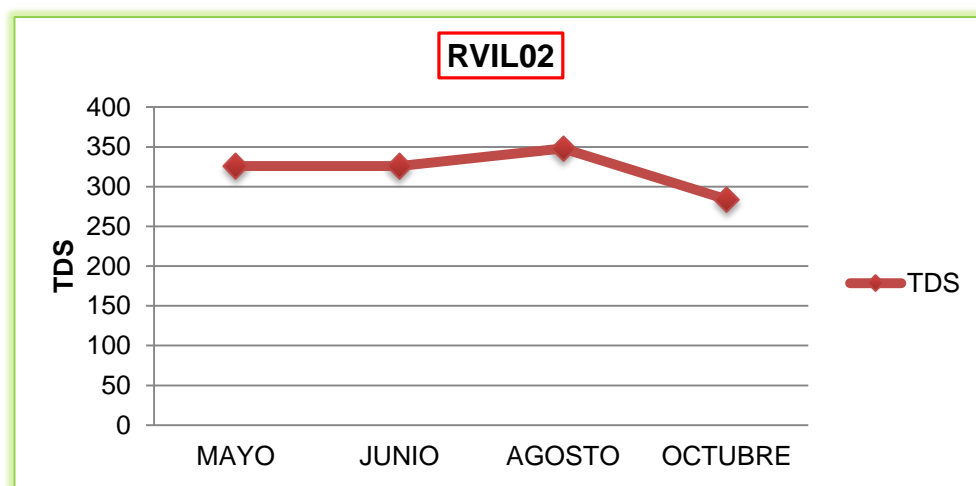


Figura 20. Fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos del Río Uchusuma-Vila Vilani en la estación de muestreo RVIL01 (Mayo-octubre 2014).

La Figura 20 representa la fluctuación de los Sólidos Totales Disueltos, durante los meses de muestreo en la estación RVIL02. En el mes de agosto, fue valor más prominente, cuyo valor corresponde a 348 seguidamente, en los meses de mayo y junio, con un valor de 326, posteriormente el mes de octubre, cuyo valor fue de 284.

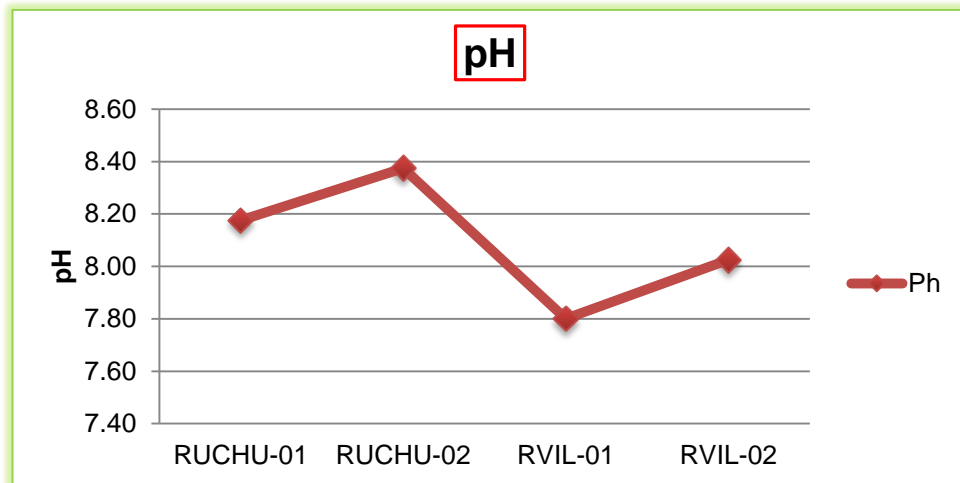


Figura 21. Fluctuación del pH del Río Uchusuma-Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014)

En la Figura 21 se representa en promedio los valores del potencial de hidrógeno. En la estación RUCHU02 (8,38) fue el valor prominente, y el valor mínimo fue en la estación RVIL01 (7,8).

En la Figura 22 se representa en promedio los valores de obtenidos de la fluctuación de la conductividad eléctrica. En las estaciones RUCHU01 Y RUCHU02 se obtuvo un valor de 0,56 $\mu\text{S}/\text{cm}$, seguidamente en la estación RVIL01 descendió obteniendo un valor de 0,46 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en la estación RVIL02 se incrementó un poco con un valor de 0,48 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

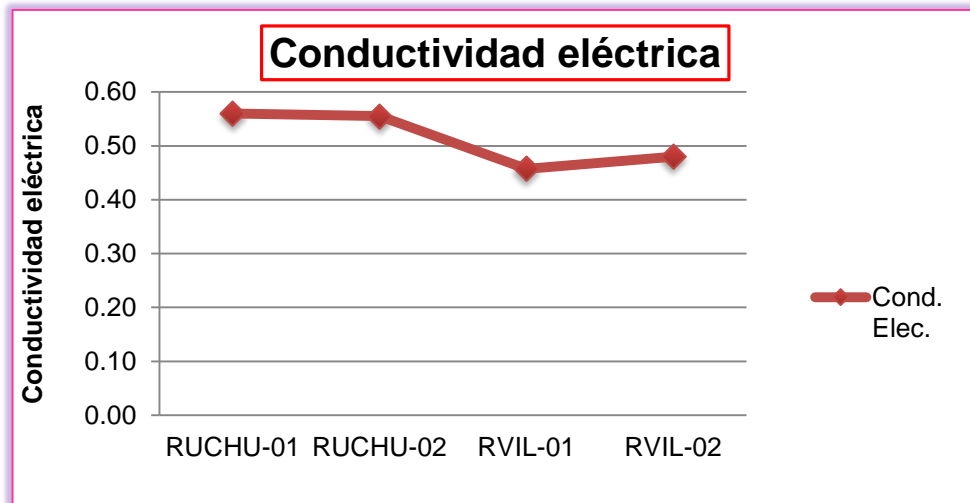


Figura 22. Fluctuación de la conductividad eléctrica del Rio Uchusuma - Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014)

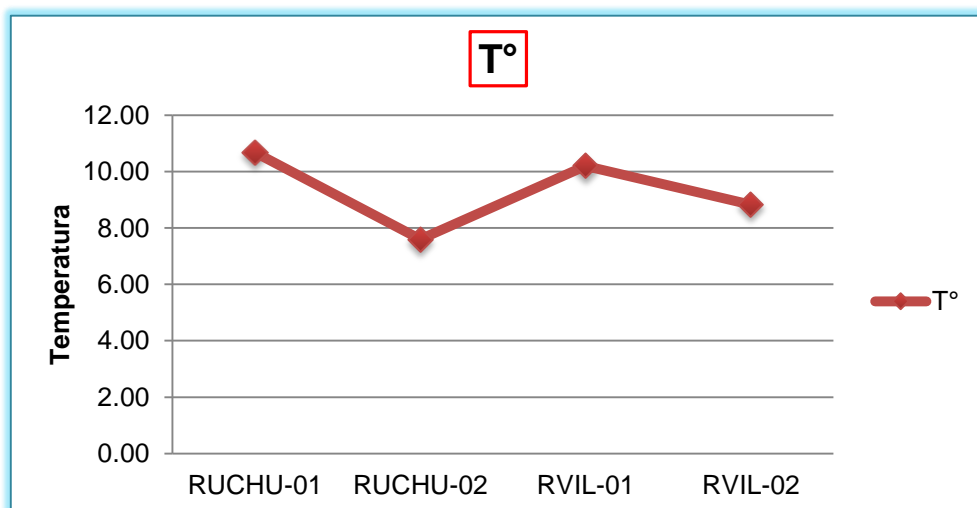


Figura 23. Fluctuación de la temperatura del Rio Uchusuma -Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014)

En la Figura 23 representa en promedio los valores de obtenidos de la fluctuación la temperatura obteniendo el valor elevado en la estación RUCHU01 con 10,68°C y luego descendió en la estación RUCHU02 con 7,7°C.

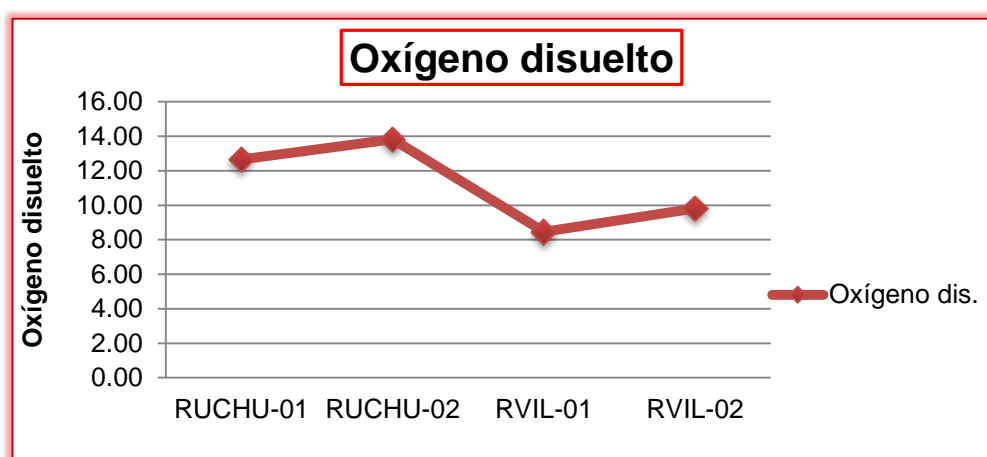


Figura 24. Fluctuación del oxígeno disuelto del Rio Uchusuma -Vila Vilani en las estaciones de muestreo. (Mayo-octubre 2014)

En la Figura 24 representa en promedio los valores de obtenidos de la fluctuación del oxígeno disuelto. En la estación RUCHU02 fue el valor prominente con 13,83 mg/L, luego los valores registraron disminuyeron en la estación RVIL01 con un valor de 8,45 mg/L.

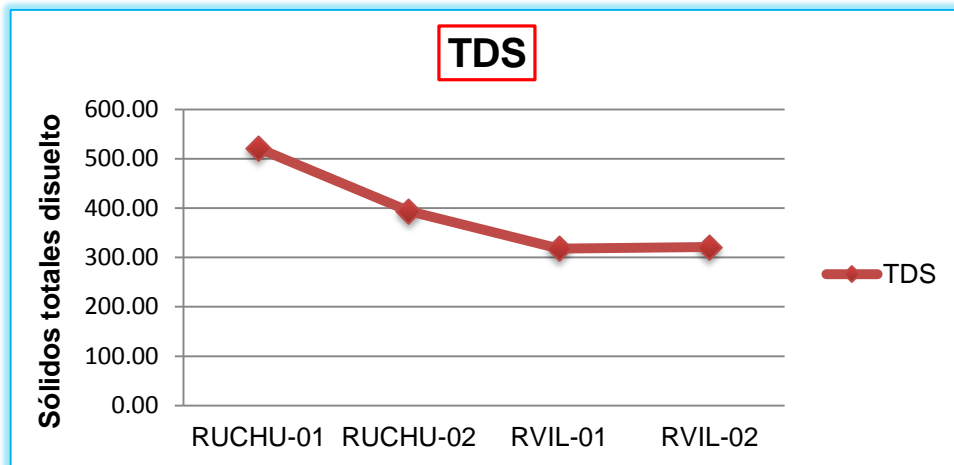


Figura 25. Fluctuación de los sólidos totales disueltos del Rio Uchusuma - Vila Vilani durante los meses de muestreo (Mayo-octubre 2014)

En la Figura 25 representa en promedio los valores de obtenidos de la fluctuación de concentración de los sólidos totales. En la estación RUCHU01 se obtuvo un valor de 520,75, mg/L, seguidamente en la estación RUCHU02 disminuyó con 393,75 mg/L en la estación RVIL01 disminuyó se obtuvo un valor de 318,25 mg/L y finalmente se obtuvo un valor de 321 mg/L.

3.3 Resultado del análisis en la evaluación del fitoplancton

Cuadro 9. Abundancia (N) (células/mL) y abundancia relativa (N%) del fitoplancton

ESTA.	Bacillarí		Cyanoba		Chlorophy		Eugleno		Xanth		Crypto	
	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%
RUCHU01	11641	98,75	92	0,78	36	0,305	17	0,14	1	0,008	1	0,008
RUCHU02	8096	96,42	235	2,79	54	0,643	7	0,08	4	0,048	0	0,00
RVIL01	10185	98,39	99	0,96	63	0,609	4	0,03	0	0,000	0	0,00
RVIL02	7655	98,01	100	1,28	55	0,704	0	0,0	0	0,000	0	0,00

Fuente: Elaboración propia

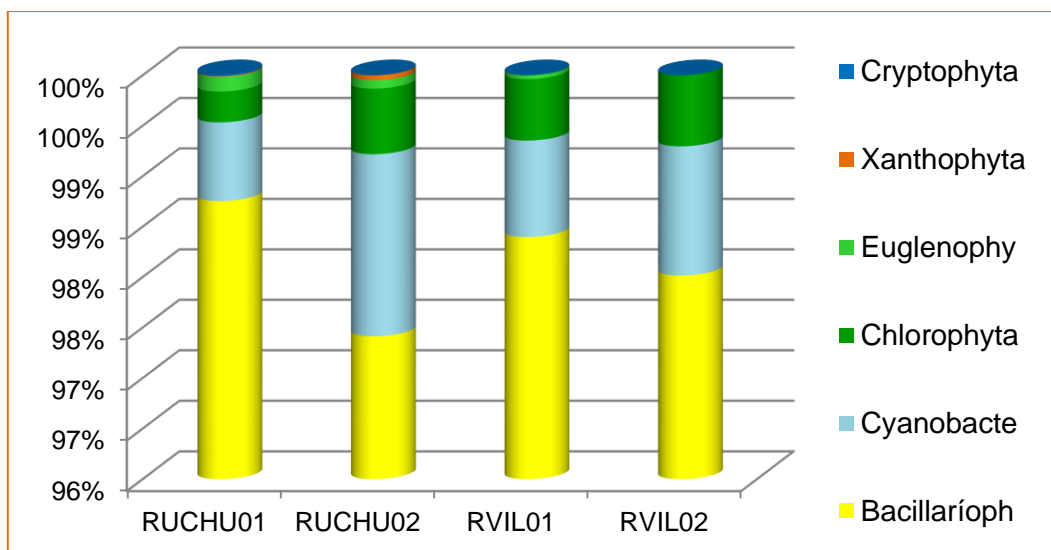


Figura 26. Abundancia Relativa (N%) del fitoplancton

En la Figura 26 representa las abundancia relativa de las divisiones taxonómicas del fitoplancton, la división Bacillariophyta obtuvo

un valor de 98,753% en la estación de RUCHU01 (Ver, CUADRO 5), del total de organismos del fitoplacton encontrados. La división Cyanobacteria logró alcanzar el segundo lugar con un porcentaje de 2,799% que alcanzó ese valor en la estación RUCHU02 del total de organismo encontrados. Respecto a la división Chlorophyta se obtuvo un valor en la estación RVIL01 que representó el 0,609 % de la comunidad del Fitoplancton. Por otro lado, la división Euglenophyta se obtuvo un valor de 0,144 % en la estación RUCHU01 de la comunidad del fitoplancton. La división Xanthophyta se obtuvo un valor de 0,048 % en la estación RUCHU02. Finalmente en la división de Cryptophyta, se obtuvo un valor de 0,008 %, en la estación RUCHU01 con una especie representando toda la comunidad fitoplanctonica.

Cuadro 10. Riqueza específica (S) del fitoplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani.

ESTA.	Bacillari	Cyano	Chloropa	Eugleno	Xantho	Crypt
RUCHU-01	125	12	6	2	1	1
RUCHU-02	114	14	6	1	1	0
RVIL 01	107	9	10	2	0	0
RVIL02	105	10	10	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 10 se observa que en la estación RVIL02 se encontró menor número de especies de **Bacillariophyta** (105) y en la estación

RUCHU01 el mayor número de especies (125). Con respecto al grupo de las **Cyanobacteria**, el mayor número de especies encontradas fue en la estación RUCHU02 (14) y el menor número de especies encontradas en RVIL01 (9) respectivamente como se observa en el CUADRO 6. En cuanto a las **Chlorophyta** se encontraron un mayor número de especies (10) en la estación RVIL01 y RVIL02 y menor número de especies (6) fue encontrado en RUCHU01 y RUCHU02. En cuanto al grupo de las **Xanthophytas**, solo se encontró una especie en el mes las estaciones RUCHU01 Y RUCHU02 y finalmente se encontraron una especie del grupo **Cryptophyta** solo en la estación RUCHU01.

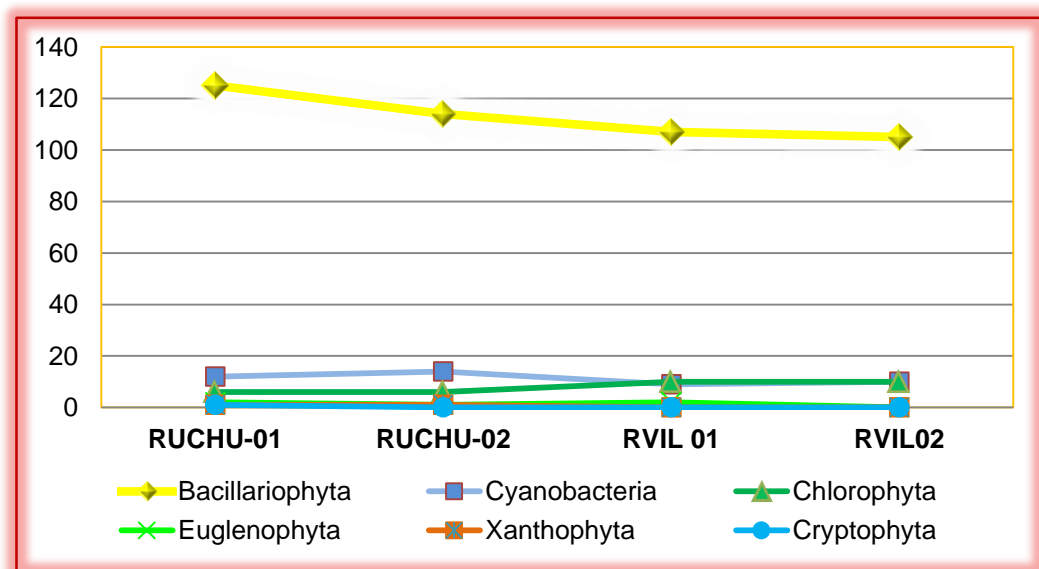


Figura 27 .Riqueza específica (S) del fitoplancton Rio Uchusuma –Vila Vilani

En la Figura 27 se observa que la división **Bacillariophyta** fue mucho más diversa con un promedio de 112,75 en todas las estaciones del Rio Uchusuma-Vila Vilani que los demás grupos taxonómicos, se observa en la imagen que se mantiene constante presentando una ligera fluctuación en las estaciones RVIL01 y RVIL02, las demás divisiones Cyanobacteria con un promedio de 11,25; Chlorophyta con un promedio de 8 , Euglenophyta con un promedio de 1,25; presentaron poca diversidad manteniéndose constantes en el tiempo de muestreo y las divisiones Xanthophyta, Cryptophyta presentaron solo una especie por división.

Cuadro 11. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Bacillariophyta.

GÉNERO/mL	RUCH U1(N)	N%	RUCH U2 (N)	N%	RVIL1(N)	N%	RVIL2(N)	N%
<i>Achnanthes</i>	623	5.35	652	8.05	2596	25.34	1049	13.53
<i>Amphora</i>	30	0.26	28	0.35	25	0.244	16	0.206
<i>Anomoneis</i>	2	0.02	1	0.01	7	0.068	0	0
<i>Astoriella</i>	88	0.76	154	1.90	3	0.029	7	0.09
<i>Caloneis</i>	2	0.02	2	0.02	0	0	1	0.013
<i>Campylodiscus</i>	0	0.00	1	0.01	0	0	0	0
<i>Cocconeis</i>	4027	34.57	3777	46.61	233	2.274	165	2.129
<i>Craticula</i>	17	0.15	0	0.00	0	0	0	0
<i>Cymatopleura</i>	55	0.47	4	0.05	26	0.254	26	0.335
<i>Cymbella</i>	136	1.17	58	0.72	190	1.854	175	2.258
<i>Denticula</i>	6	0.05	11	0.14	2	0.02	5	0.065
<i>Diatoma</i>	1884	16.17	467	5.76	479	4.675	674	8.696

Continúa /

Continuación/

GÉNERO/mL	RUCH		RUCH		RVIL1(RVIL2(
	U1(N)	N%	U2 (N)	N%	N)	N%	N)	N%
<i>Diploneis</i>	1	0.01	7	0.09	1	0.01	0	0
<i>Encyonema</i>	2	0.02	18	0.22	4	0.039	2	0.026
<i>Entomoreis</i>	0	0.00	0	0.00	1	0.01	0	0
<i>Ephitemia</i>	18	0.15	61	0.75	570	5.563	165	2.129
<i>Eunotia</i>	19	0.16	4	0.05	11	0.107	2	0.026
<i>Fragilaria</i>	848	7.28	269	3.32	414	4.041	322	4.154
<i>Frustulia</i>	41	0.35	8	0.10	7	0.068	5	0.065
<i>Girosigma</i>	2	0.02	14	0.17	0	0	9	0.116
<i>Gomphoneis</i>	30	0.26	37	0.46	4370	42.65	4009	51.72
<i>Gomphonema</i>	82	0.70	108	1.33	41	0.4	15	0.194
<i>Hannaea</i>	3	0.03	2	0.02	0	0	0	0
<i>Hantzschia</i>	39	0.33	19	0.23	0	0	8	0.103
<i>Luticula</i>	7	0.06	9	0.11	1	0.01	3	0.039
<i>Melosira</i>	1	0.01	0	0.00	38	0.371	62	0.8
<i>Navicula</i>	763	6.55	479	5.91	615	6.002	479	6.18
<i>Neidium</i>	9	0.08	24	0.30	14	0.137	4	0.052
<i>Nitzschia</i>	1417	12.16	503	6.21	322	3.143	309	3.987
<i>Pinnularia</i>	142	1.22	156	1.92	13	0.127	19	0.245
<i>Rhopalodia</i>	32	0.27	56	0.69	38	0.371	39	0.503
<i>Roincospeña</i>	84	0.72	62	0.77	18	0.176	26	0.335
<i>Staurosirella</i>	15	0.13	28	0.35	32	0.312	18	0.232
<i>Stauroneis</i>	13	0.11	18	0.22	8	0.078	3	0.039
<i>Sellaphora</i>	0	0.00	0	0.00	0	0	1	0.013
<i>Surirella</i>	18	0.15	9	0.11	2	0.02	1	0.013
<i>Synedra</i>	1189	10.21	1057	13.04	164	1.601	132	1.703
<i>Tabellaria</i>	4	0.03	1	0.01	1	0.01	0	0
TOTAL	11649	41	8104	100	10246	65.24	7751	100

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12. Individuos (N) x ml y abundancia relativa (N%) de los géneros más abundantes pertenecientes a la división Bacillariophyta.

GÉNERO/mL	RUCH U1(N)	N%	RUC HU2 (N)	N%	RVIL 1(N)	N%	RVIL 2(N)	N%
<i>Achnanthes</i>	623	5,348	652	8,045	2596	25,33	1049	13,53
<i>Cocconeis</i>	4027	34,56	3777	46,60	233	2,274	165	2,129
<i>Diatoma</i>	1884	16,17	467	5,763	479	4,675	674	8,696
<i>Gomphoneis</i>	30	0,258	37	0,457	4370	42,65	4009	51,72
<i>Navicula</i>	763	6,550	479	5,911	615	6,002	479	6,180
<i>Nitzschia</i>	1417	12,16	503	6,207	322	3,143	309	3,987
<i>Fragilaria</i>	848	7,280	269	3,319	414	4,041	322	4,154
<i>Synedra</i>	1189	10,20	1057	13,04	164	1,601	132	1,703
TOTAL	1078 1	19,178	7241	29,245	9193	21736	7139	26849

Fuente: Elaboración propia

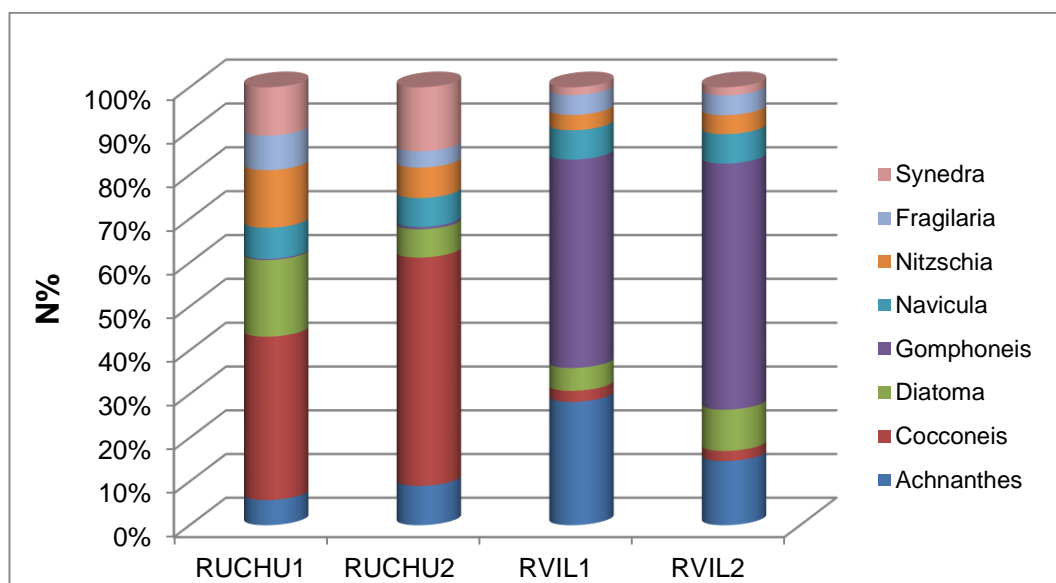


Figura 28. Abundancias relativas de los principales géneros más abundantes pertenecientes a la división Bacillariophyta.

En el Figura 28 representa el N° de individuos de los géneros más abundantes de la división Bacillariophyta en las estaciones de muestreo, el género dominante de las **Bacillariophyta** es *Gomphoneis* con un reporte de 4009 individuos/ml (51,72%) correspondiente a la estación RVIL02 y con 4370 individuos/ml (42,65%) a la estación RVIL01 y seguidamente el género *Cocconeis* con 4027 individuos/ml (34,56 %) y con 3777 individuos/ml (46,60%) en RUCHU01 y RUCHU02 respectivamente.

Cuadro 13. Índices de diversidad de la división Bacillariophyta.
Fuente: Elaboración propia

Índices	RUCHU-01	RUCHU-02	RVIL 01	RVIL02
Taxa_S	125	114	107	105
Individuals	11641	8096	10185	7655
Dominance_D	0.1623	0.2359	0.2517	0.3001
Shannon_H	2.697	2.588	2.153	2.153
Pielou	0.5587	0.5465	0.4608	0.4626

En la Figura 29 representa el número de individuos y el de especies presentes de diatomeas. Siendo las estaciones RUCHU01 y RVIL01, las que se registraron un mayor valor en cuanto a la abundancia de individuos con 11641 y 10185 y finalmente la estación RVIL02 con menor abundancia de 7655 .En cuanto a riqueza de especies en la estación RUCHU01 representó un elevado valor de 125 especies.

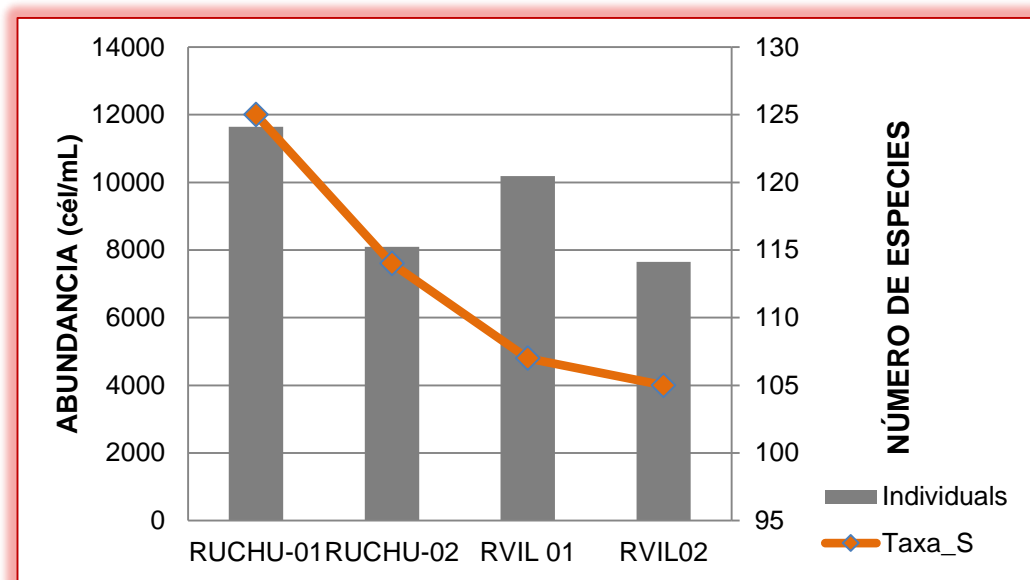


Figura 29. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Bacillariophyta

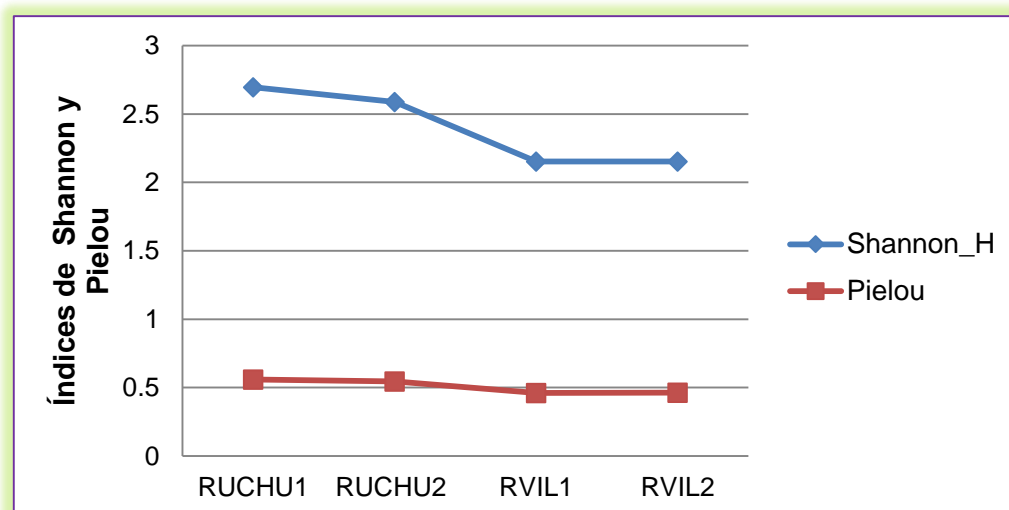


Figura 30. Índices de Shannon y Pielou de la de la división Bacillariophyta en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

En el Figura 30 se observa los valores de diversidad estimados para la comunidad de las diatomeas . El índice de Shannon fue mayor en la estación RUCHU01 (2.697), esto indica que esta estación presenta mayor diversidad, seguidamente en la estación RUCHU02 (2.588), luego en la estación RVIL01 disminuye, cuyo valor es (2.153). El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies no fueron semejantes en las unidades de muestreos, cuyos valores son lejanos al valor de 1, solo las estaciones RUCHU01 (0.5587) y RUCHU02 (0.5465) tienen un valor más alto a comparación de las demás RVIL01 (0.4608) y RVIL02 (0.4626).El índice de Shannon se relaciona directamente con el de Pielou, en ese sentido, los valores de Shannon para la unidad de muestreo RUCHU01 y RUCHU02, son indicadores de alta biodiversidad

Cuadro 14 .Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Cyanobacteria.

GÉNERO/ml	RUCHU 1(N)	N%	RUCH U2(N)	N%	RVIL1 (N)	N%	RVIL 2(N)	N%
<i>Anabaena</i>	21	22,83	91	38,72	73	73,74	59	59
<i>Calothrix</i>	29	31,52	6	2,55	5	5,05	0	0
<i>Chroococcus</i>	3	3,26	7	2,98	0	0,00	2	2
<i>Gomphosphaeria</i>	0	0,00	4	1,70	1	1,01	5	5
<i>Lyngbya</i>	11	11,96	20	8,51	0	0,00	10	10
<i>Nostoc</i>	21	22,83	13	5,53	0	0,00	10	10
<i>Oscillatoria</i>	2	2,17	10	4,26	10	10,10	4	4
<i>Phormidium</i>	1	1,09	2	0,85	2	2,02	7	7
<i>Plectonema</i>	0	0,00	26	11,06	0	0,00	0	0
<i>Pseudanabaena</i>	4	4,35	56	23,83	3	3,03	3	3
<i>Tolypothrix</i>	0	0,00	0	0,00	5	5,05	0	0
TOTAL	92	100	235	100	99	100	100	100

Fuente: Elaboración propia

En el Figura 31 representa el N° de individuos en las estaciones, el género abundante de las Cyanobacteria es *Anabaena* con 73 individuos/ml (73,74 %) en la estación RVIL01, seguidamente en la estación RVIL02 con 59 individuos/ml (59%) y en la estación de RUCHU02 con 91 individuos/mL (38,72%).

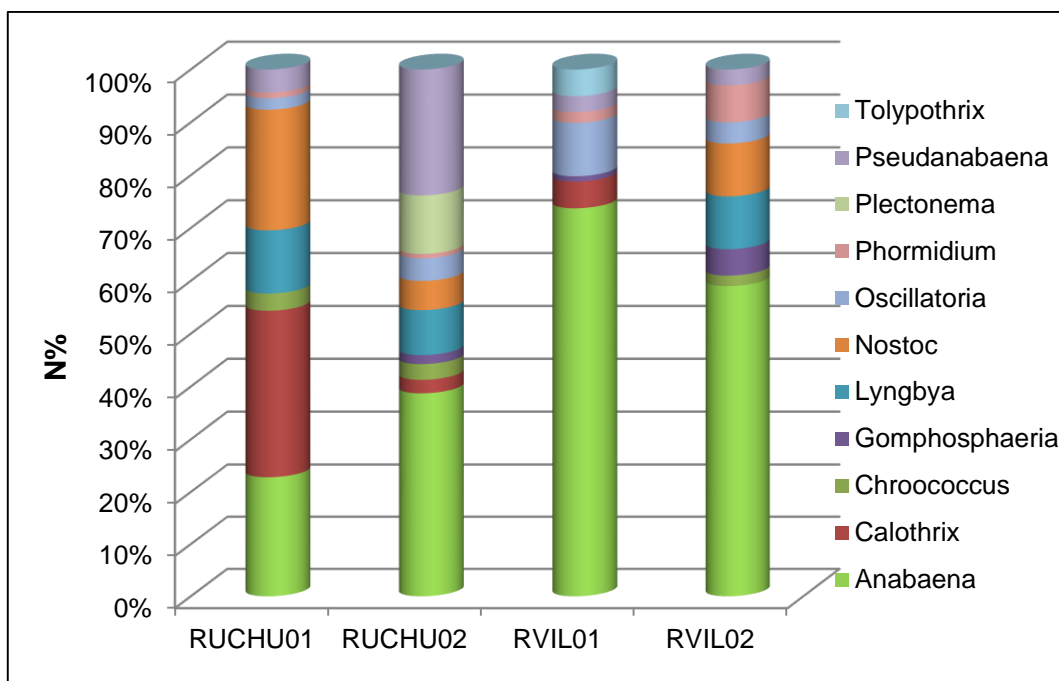


Figura 31. Abundancias relativas de los géneros pertenecientes a la división Cyanobacteria.

Cuadro 15. Índices de diversidad de la división Cyanobacteria.

Índices	RUCHU-01	RUCHU-02	RVIL 01	RVIL02
Taxa_S	12	14	9	10
Individuals	92	235	99	100
Dominance_D	0.172	0.1601	0.3478	0.2878
Shannon_H	2.017	2.133	1.462	1.694
Pielou	0.8115	0.8082	0.6655	0.7359

Fuente: Elaboración propia

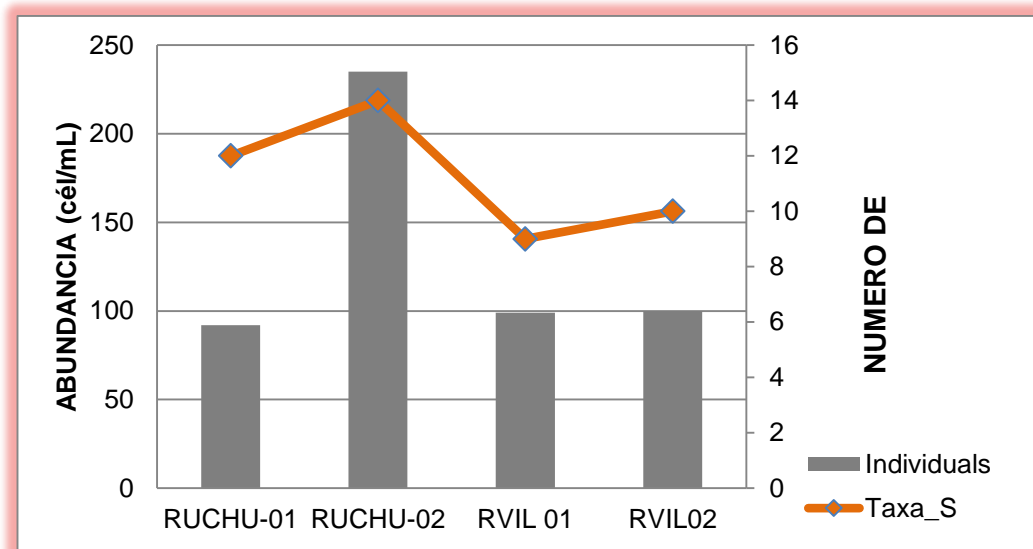


Figura 32. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Cyanobacteria

En la Figura 32 representa el número de individuos y el de especies presentes de diatomeas. Siendo la estación RUCHU02, la que registra un mayor valor en cuanto a la abundancia de individuos con 235 y finalmente las estaciones RUCHU01, RVIL01 y RVIL02 con menor abundancia de 100,92 y 99 respectivamente. En cuanto a riqueza de especies en la estación RUCHU02 representó un elevado valor de 14 especies.

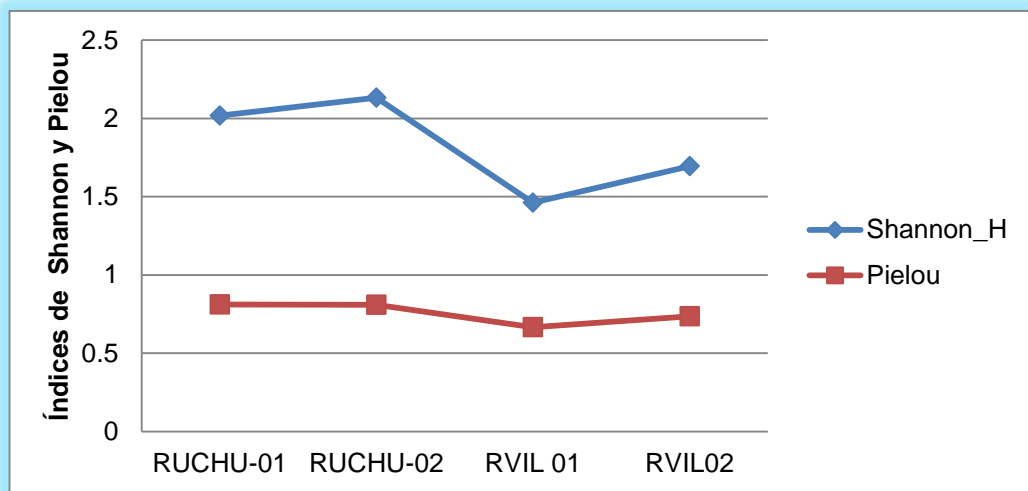


Figura 33. Índices de Shannon y Pielou de la división Cyanobacteria en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

En el Figura 33 representa la diversidad estimados para la comunidad de las Cyanobacteria. El índice se Shannon fue mayor en la estación RUCHU02 fue predominante, cuyo valor fue de 2.133, seguidamente en la estación RUCHU01, descendió un poco (2.017), esto indica que esta estación presenta mayor diversidad, seguidamente en la estación RVIL 01 (1.46), el valor sigue disminuyendo un poco en la estación RVIL02 (1.694). RVIL01 disminuye, cuyo valor es (1.462) El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies no fueron semejante en las unidades de muestreo cuyos valores son lejanos a 1, en la estación RUCHU01 (0.8115) y RUCHU02 (0.8082) tienen un valor más cercano a 1, a comparación de las demás RVIL02 (0.7359). RVIL01

(0.6655) que no se acercan a 1. El índice de Shannon se relaciona directamente con el de Pielou, en ese sentido, los valores de Shannon para la unidad de muestreo RUCHU01 y RUCHU02, son indicadores de alta biodiversidad.

Cuadro 16. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Chlorophyta.

GÉNERO/ml	RUCH U1	N%	RUCH U2	N%	RVIL1	N%	RVIL2	N%
<i>Ankistrodesmu</i>	9	25.0	11	20.4	41	65.1	32	58.2
<i>Closteriopsis</i>	1	2.8	5	9.3	1	1.6	2	3.6
<i>Closterium</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8
<i>Cosmarium</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8
<i>Enteromorpha</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	1.8
<i>Oedogonium</i>	0	0.0	0	0.0	4	6.3	0	0.0
<i>Oocystis</i>	1	2.8	0	0.0	0	0.0	10	18.2
<i>Pediastrum</i>	14	38.9	32	59.3	9	14.3	0	0.0
<i>Pleurococcus</i>	0	0.0	6	11.1	0	0.0	0	0.0
<i>Stauroneis</i>	0	0.0	0	0.0	4	6.3	0	0.0
<i>Staurastrum</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	9.1
<i>Ulothrix</i>	11	30.6	0	0.0	1	1.6	3	5.5
<i>Rhizoclonium</i>	0	0.0	0	0.0	3	4.8	0	0.0
TOTAL	36	100.0	54	100.0	63	100.0	55	100.0

Fuente: Elaboración propia

En el Figura 34 representa el número de individuos, el más abundante en la estación RVIL01 y RVIL02 fue el género de *Ankistrodesmus* con un (65,079%) (59,25) y en la estación RUCHU0 1y RUCHU02el género el género *Pediastrum*.

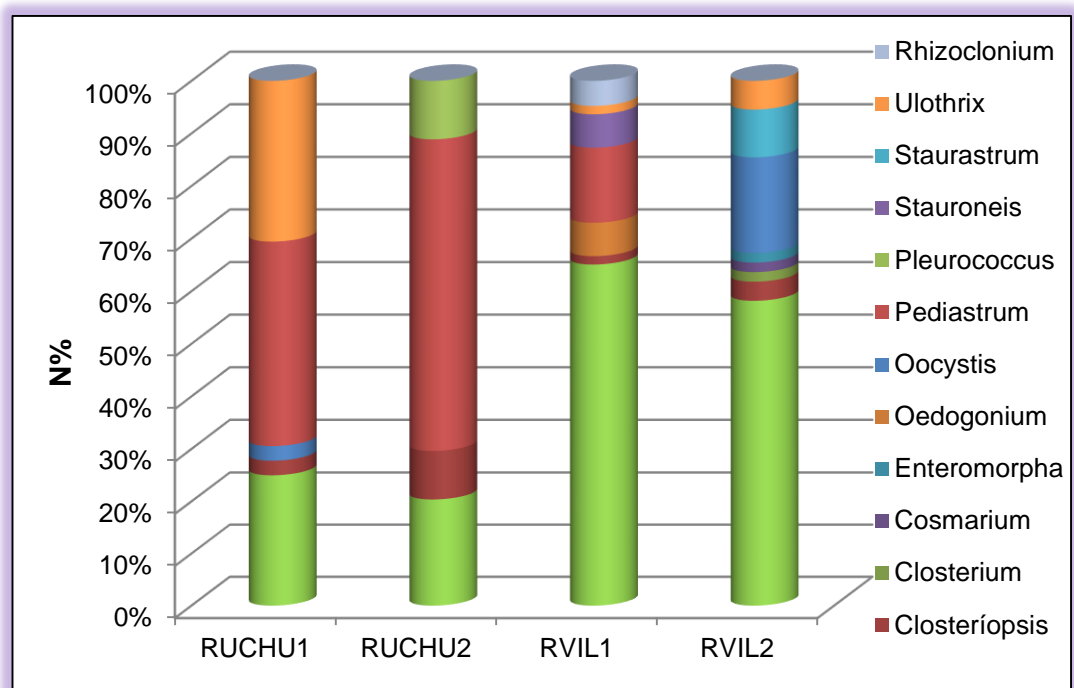


Figura 34. Número de individuos de los géneros pertenecientes a la división Chlorophyta.

Cuadro 17. Índices de diversidad de la división Chlorophyta.

Índices	RUCHU-01	RUCHU-02	RVIL 01	RVIL02
Taxa_S	6	6	10	10
Individuals	36	54	63	55
Dominance_D	0.2809	0.3896	0.2043	0.2258
Shannon_H	1.434	1.289	1.89	1.776
Pielou	0.8005	0.7194	0.8209	0.7714

Fuente: Elaboración propia

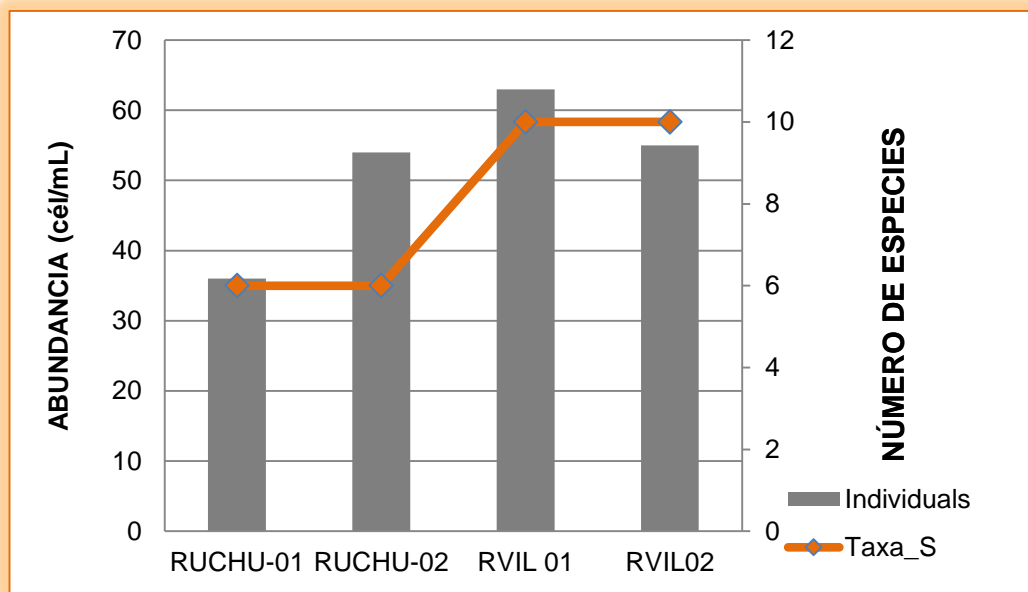


Figura 35. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Chlorophyta.

En la Figura 35 se representa el N° de individuos y la riqueza de especies de la comunidad Chlorophyta, en la estación RVIL01 predominó en cuanto a abundancia con 60 individuos, RVIL02 con 55 individuos, luego la estación RUCHU02 con 54 individuos y finalmente, la estación RUCHU01 con tan solo 36 individuos. En la estación RVIL01 el valor de riqueza de especies fue de 10. En la estación RUCHU01 se registró su riqueza de especies fue de 6, seguidamente en la estación RUCHU02 la riqueza de especies se mantuvo constante con el mismo valor de 6 especies.

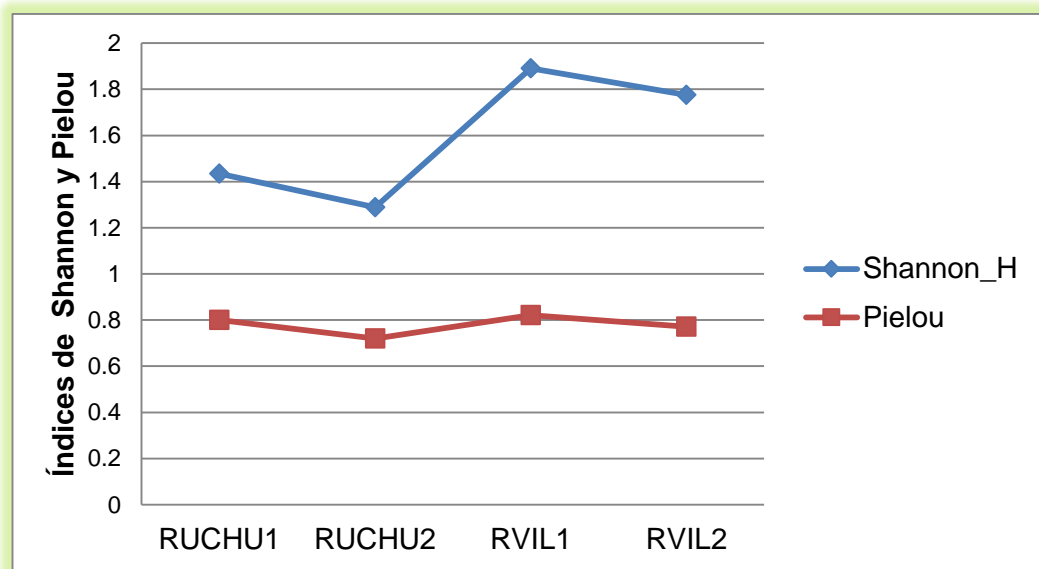


Figura 36. Índices de Shannon y Pielou de la división Chlorophyta en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

En el Figura 36 representa los valores de diversidad estimados para la comunidad de las Chlorophyta. El índice de Shannon fue en la estación RVIL01 el más elevado cuyo valor es (1.89) esto indica que esta estación presenta una mayor diversidad y luego el valor se descende un poco para la estación RVIL02 (1.776) seguidamente en la estación RUCHU01 (1.434), y finalmente en la estación RUCHU02 descendió (1.289). El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies fueron semejante en las unidades de muestreo cuyos valores son cercanos a 1, solo las estaciones RUCHU01 (0.8005) y RUCHU02 (0.7194) seguidamente en la estación RVIL01 (0.8209) y RVIL02 (0.7714).

El índice de Shannon se relaciona directamente con el de Pielou, en ese sentido, los valores de Shannon para la unidad de muestreo RVIL01 y RVIL02, son indicadores de alta biodiversidad.

Cuadro 18. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Euglenophyta.

GÉNERO/ml	RUC HU1	N%	RUC HU2	N%	RVIL 1	N%	RVIL 2
<i>Euglena sp1</i>	3	17,647	0	0	1	25	0
<i>Trachelomona sp1</i>	14	82,353	7	100	3	75	0
TOTAL	17	100	7	100	4	100	0

Fuente: Elaboración propia

En el Figura 37 observamos que la Euglenophyta más abundante fue de Trachelomonas (82,35%) en las estaciones de muestreo RUCHU01, RUCHU02 y RVIL01.

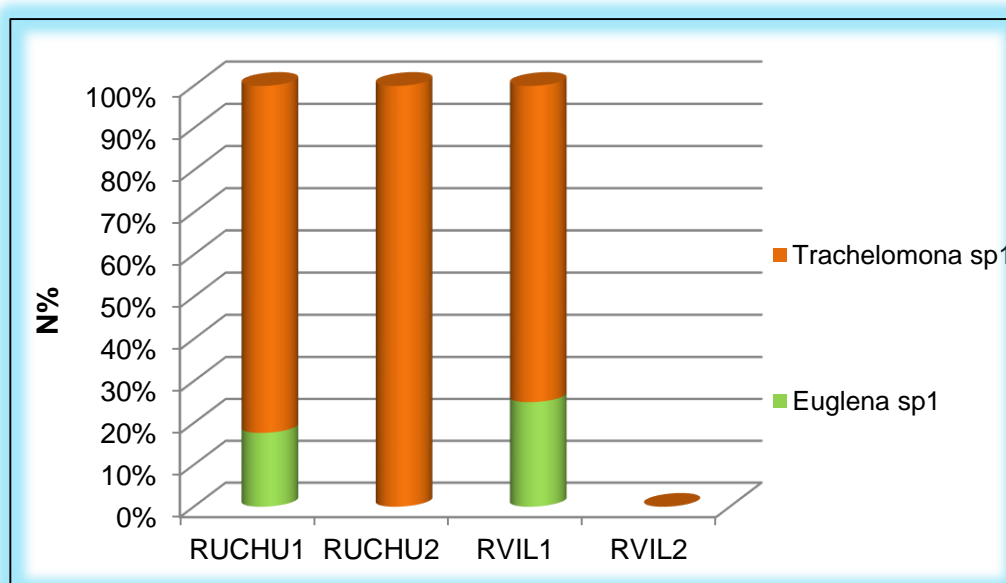


Figura 37. Abundancias relativas de los principales géneros pertenecientes a la división Euglenophyta.

Cuadro 19. Índices de diversidad de Fitoplancton

ÍNDICES	RUCHU-01	RUCHU-02	RVIL 01	RVIL02
Taxa_S	147	136	128	125
Individuals	11788	8396	10351	7810
Dominance_D	0.1583	0.2195	0.2437	0.2884
Shannon_H	2.764	2.741	2.239	2.255
Pielou	0.5538	0.5579	0.4614	0.467

Fuente: Elaboración propia

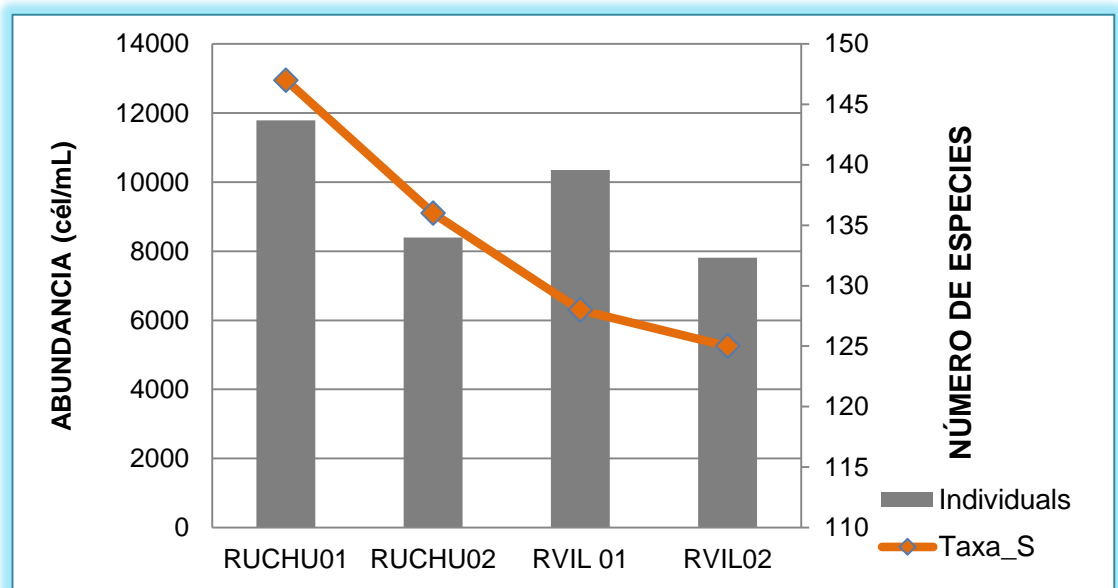


Figura 38. Riqueza de Especies y Abundancia (N) del fitoplancton del Río Uchusuma-Vila Vilani.

La Figura 38 representa el número de individuos y el de especies presentes, representantes del fitoplancton. Siendo las estaciones RUCHU01 y RVIL01 las que registraron el mayor valor en cuanto a la abundancia de individuos con 11788 y 10351 respectivamente y la estación RVIL02 con la menor abundancia de 7810. En cuanto a la riqueza de especies, en la estación RUCHU01 representó un elevado valor de 147 especies.

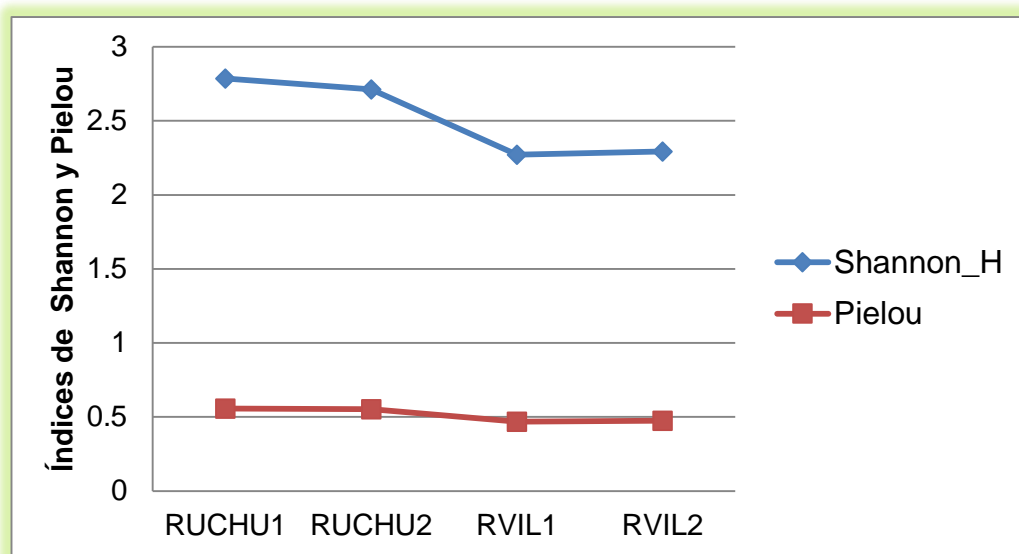


Figura 39. Índices de Shannon y Pielou del Fitoplancton en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

En la Figura 39 representa los valores de diversidad. El índice de Shannon fue mayor en la estación RUCHU01 (2.764), esto indica que esta estación presenta mayor diversidad, seguidamente descendió un poco en la estación RUCHU02 (2.741), luego en la estación RVIL01 disminuye

cuyo valor es (2.239) y el valor se mantiene constante para la estación RVIL02 (2.255). El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies no fueron semejante en las unidades de muestreo cuyos valores son lejanos a 1, solo las estaciones RUCHU01 (0.5538) y RUCHU02 (0.5579) tienen un valor más alto a comparación de las demás RVIL01 (0.4614) y RVIL02 (0.467). El índice de Shannon se relaciona directamente con el de Pielou, en ese sentido, los valores de Shannon para la unidad de muestreo RUCHU01 y RUCHU02, son indicadores de alta biodiversidad.

Se observa en la Figura 40 que, según el índice de Morisita, en las estaciones de muestreo las estaciones RUCHU01 y RUCHU02 existe una semejanza de casi el 90%, ,así mismo en las estaciones RVIL01 y RVIL02 existe una semejanza aproximadamente del 95%.

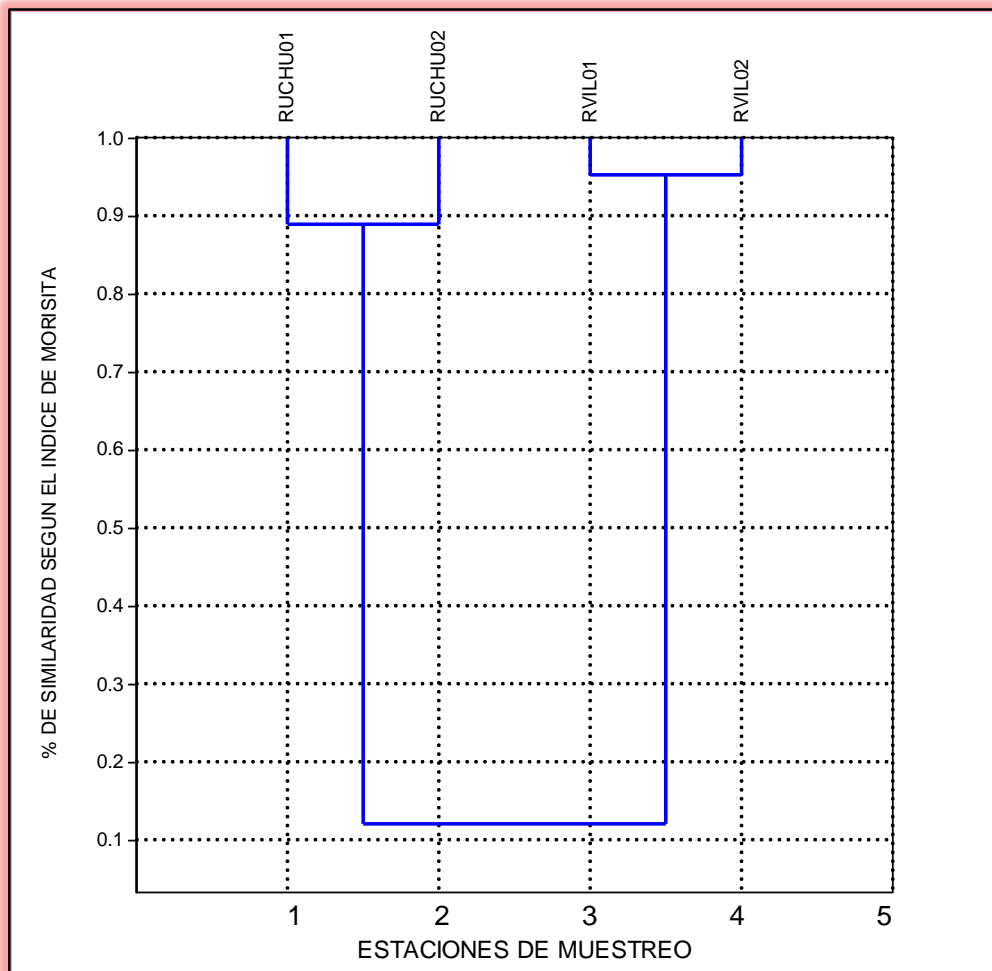


Figura 40 .Porcentaje de similitud según el índice de Morisita en las estaciones de muestreo del fitoplancton.

3.4 Resultado del análisis en la evaluación del zooplancton

Cuadro 20. Número de Géneros de Zooplancton encontrados en el Rio Uchusuma- Vila Vilani

GÉNERO/ml	RUCH U1 (N)	N%	RUCH U2 (N)	N%	RVIL1 (N)	N%	RVIL2 (N)	N%
<i>Alona</i>	0	0.00	0	0	3	7.14	1	2.22
<i>Camptocercus</i>	2	1.14	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Macothrix</i>	3	1.71	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Pseudochydorus</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	2	4.44
<i>Canthocamptus</i>	7	3.98	19	12.42	0	0.00	0	0.00
<i>Anaplectus</i>	13	7.39	9	5.88	12	28.57	9	20.00
<i>Monhystera</i>	10	5.68	6	3.92	3	7.14	2	4.44
<i>Arcella</i>	13	7.39	9	5.88	6	14.29	2	4.44
<i>Centropyxis</i>	17	9.66	33	21.57	2	4.76	3	6.67
<i>Difflogía</i>	2	1.14	14	9.15	1	2.38	0	0.00
<i>Assulina</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	4	8.89
<i>Euglypha</i>	2	1.14	8	5.23	0	0.00	0	0.00
<i>Trinema</i>	29	16.48	17	11.11	6	14.29	2	4.44
<i>Brachionus</i>	2	1.14	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Cephalodella</i>	1	0.57	2	1.31	2	4.76	0	0.00
<i>Lecane</i>	3	1.71	10	6.54	1	2.38	4	8.89
<i>Rotifero indeter.</i>	3	1.71	2	1.31	5	11.91	9	20.00
<i>Trichocerca</i>	0	0.00	3	1.96	0	0.00	0	0.00
<i>Lindia</i>	3	1.71	1	0.65	0	0.00	3	6.67
<i>Notommata</i>	0	0.00	5	3.27	0	0.00	0	0.00
<i>Keratela</i>	0	0.00	1	0.65	0	0.00	0	0.00
<i>Mytilina</i>	0	0.00	2	1.31	0	0.00	2	4.44
<i>Vahlkamphia</i>	2	1.14	2	1.31	1	2.38	1	2.22
<i>Platynema</i>	3	1.71	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Vorticella</i>	43	24.43	2	1.31	1	2.38	1	2.22
<i>Frontonia</i>	2	1.14	2	1.31	0	0.00	0	0.00
<i>Astramoeba</i>	0	0.00	1	0.65	0	0.00	0	0.00
<i>Aelosoma</i>	13	7.39	2	1.31	0	0.00	1	2.22
<i>Cyphodera</i>	3	1.71	3	1.96	0	0.00	0	0.00
TOTAL	176	100	153	100	42	100	45	100

Fuente: Elaboración propia

En el Figura 41 representa la abundancia relativa de los género de la comunidad de zooplancton es en la estación RUCHU02 El género dominante fue Anaplectus (28.571%), el género Vorticella 43 individuos/mL (24.43%) en la estación RUCHU01 y el género dominante fue Centropyxis en la estación RVIL01 y RVIL02 (20.00%).

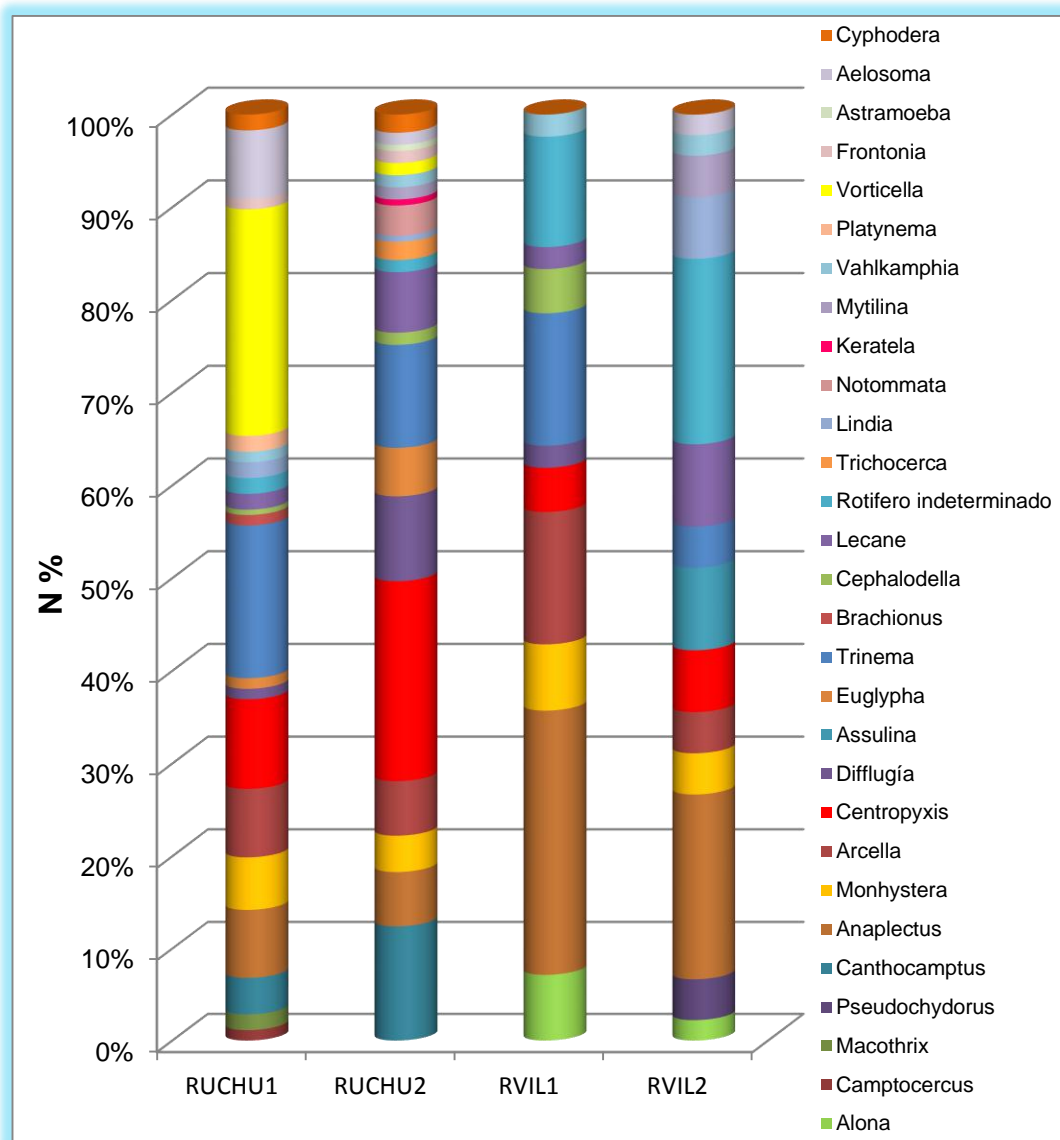


Figura 41. Abundancia relativa (%N) del zooplancton en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

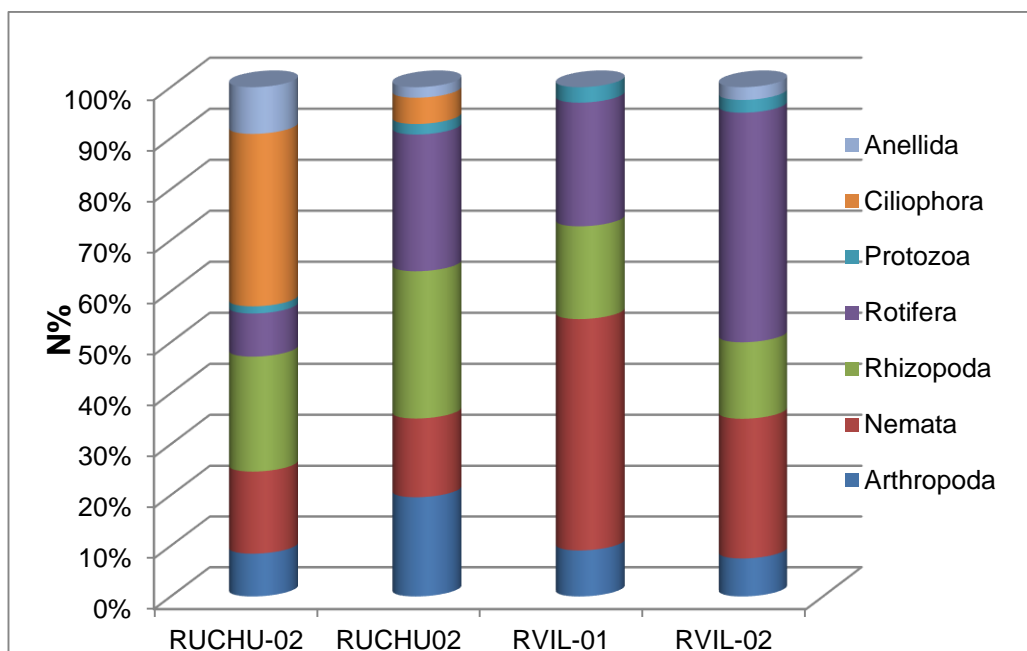


Figura 42. Abundancias relativas de los principales Phylum del grupo de Zooplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani durante los meses de muestreo.

En la Figura 42 se observa el porcentaje de individuos pertenecientes a la Phylum Ciliophora de la estación RUCUH01 con un (33,80%). En la estación RUCHU02 el Phylum Rhizopoda fue dominante con un porcentaje de 28,87%. En la estación RVIL01 el Phylum dominante fue Nematoda con 45,45% y también en la última estación RVIL02 el con 45%.

Cuadro 21. Índices de diversidad de Zooplancton

ÍNDICES	RUCHU1	RUCHU2	RVIL1	RVIL2
Taxa_S	21	22	11	14
Individuals	176	153	42	45
Dominance_D	0.1199	0.1013	0.1531	0.116
Shannon_H	2.487	2.607	2.101	2.381
Pielou	0.8168	0.8435	0.8763	0.9021

Fuente: elaboración de autor

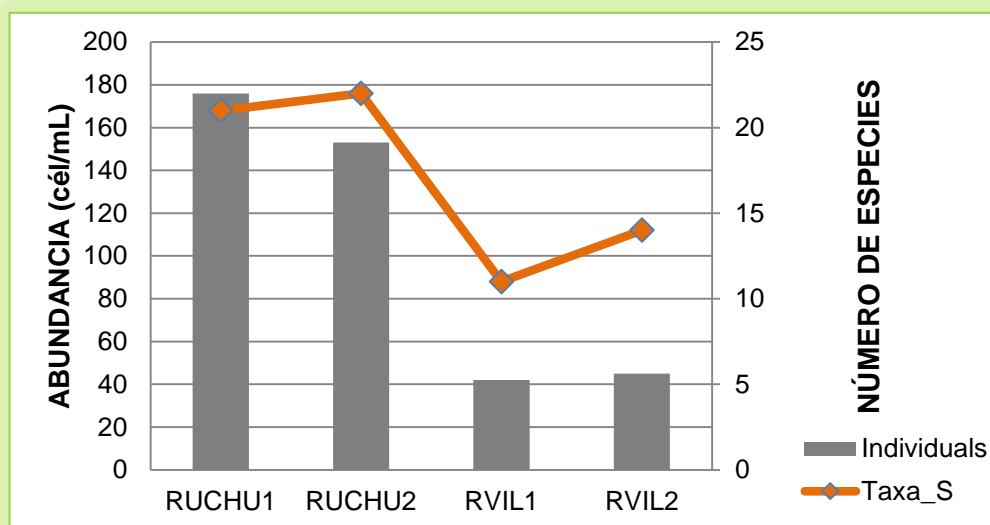


Figura 43. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) del Zooplancton

En la Figura 43 se representa el número de individuos y el número de especies presentes en el Río Uchusuma-Vila Vilani, existe una alta abundancia en las estaciones RUCHU 01(176) y RUCHU 02(153) y poca abundancia en las estaciones RVIL01(42) y RVIL02(45), el número de

especies fue elevado en la estación RUCHU02 con 22 especies , seguidamente de la estación RUCHU01 (21), luego desciende en las estaciones RVIL02(14) y finalmente en la estación RVIL01 (11).

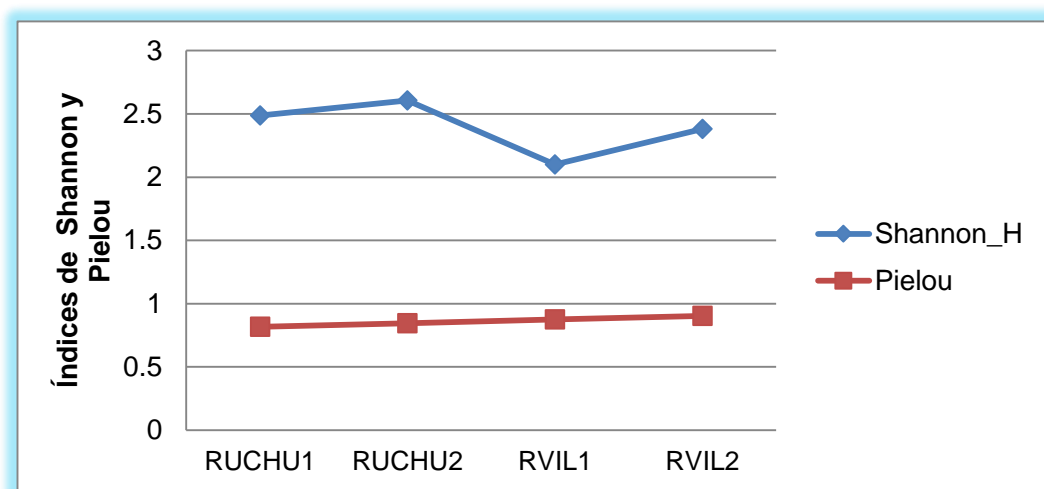


Figura 44. Índices de Shannon y Pielou del Zooplancton en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

En Figura 44 se observa los valores de diversidad estimados para la comunidad de zooplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani. En la estación RUCHU02 con 2.607 fue el valor más elevado, seguidamente en la estación, RUCHU01 fue de 2.487 luego desciende en la estación RVIL02 descendió, cuyo valor fue 2.381 y finalmente, en la estación RVIL01 obtuvo un valor de 2.101 el cual es un valor más bajo que fue registrado.

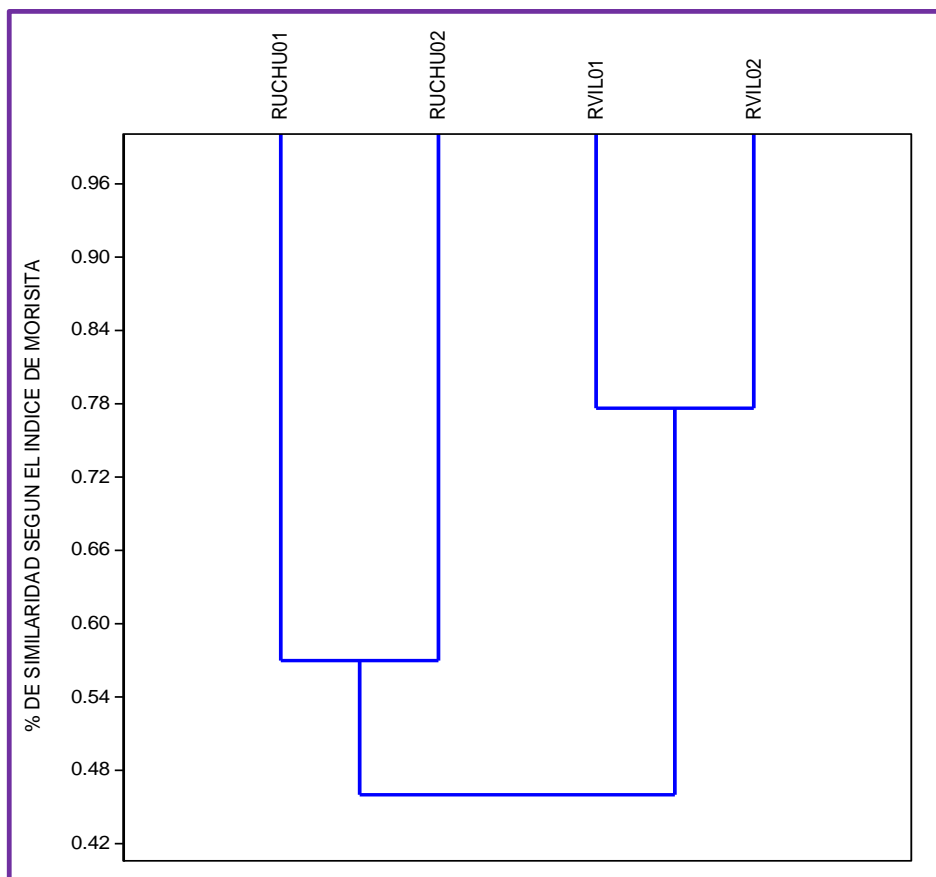


Figura 45. Porcentaje de similitud según el índice de Morisita en las estaciones de muestreo del zooplancton.

Se observa en la FIGURA 45 que, según el índice de Morisita, en las estaciones de muestreo las estaciones RUCHU01 y RUCHU02 existe una semejanza de casi el 58%, e y RVIL02 existe una semejanza aproximadamente del 78%,.

3.5 Resultado del análisis en la evaluación de los macroinvertebrados

Cuadro 22. Abundancia relativa (N%) de los macroinvertebrados bentónicos del Rio Uchusuma-Vila Vilani

FAMILIA	RUC HU1(N)	N%	RUC HU2(N)	N%	RVIL1 (N)	N%	RVIL2 (N)	N%
<i>Baetidae</i>	78	4,22	174	7,90	104	25,81	87	23,84
<i>Leptophlebiidae</i>	0	0,00	2	0,09	9	2,23	7	1,92
<i>Perlidae</i>	2	0,11	4	0,18	0	0,00	0	0,00
<i>Leuctridae</i>	22	1,19	8	0,36	5	1,24	2	0,55
<i>Gryopterigidae</i>	33	1,78	44	2,00	7	1,74	0	0,00
<i>Brachycentridae</i>	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00
<i>Elmidae</i>	678	36,67	352	15,98	51	12,66	23	6,30
<i>Dytiscidae</i>	5	0,27	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Dryopidae</i>	6	0,32	11	0,50	8	1,99	25	6,85
<i>Hirudinidae</i>	18	0,97	95	4,31	6	1,49	3	0,82
<i>Lumbricidae</i>	0	0,00	0	0,00	2	0,50	68	18,63
<i>Hyalellidae</i>	130	7,03	829	37,63	67	16,63	40	10,96
<i>Oxidae</i>	5	0,27	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Hydrachnidae</i>	10	0,54	4	0,18	0	0,00	0	0,00
<i>Mytilidae</i>	1	0,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Hidroptilidae</i>	295	15,95	182	8,26	1	0,25	0	0,00
<i>Limnephilidae</i>	2	0,11	0	0,00	12	2,98	8	2,19
<i>Leptoceridae</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,25	0	0,00
<i>Hidrobiosidae</i>	0	0,00	4	0,18	7	1,74	8	2,19
<i>Chironomidae</i>	471	25,47	225	10,21	68	16,87	63	17,26
<i>Simulidae</i>	32	1,73	54	2,45	10	2,48	2	0,55
<i>Empididae</i>	1	0,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Culicidae</i>	0	0,00	0	0,00	9	2,23	2	0,55
<i>Tabanidae</i>	0	0,00	5	0,23	2	0,50	0	0,00
<i>Tanyponidae</i>	0	0,00	4	0,18	2	0,50	0	0,00
<i>Mudcidae</i>	4	0,22	13	0,59	4	0,99	11	3,01

continúa /

Continuación //

FAMILIA	RUC HU1(N)	N%	RUC HU2(N)	N%	RVIL1 (N)	N%	RVIL2 (N)	N%
<i>Tipulidae</i>	0	0,00	2	0,09	0	0,00	0	0,00
<i>Ceratopogonidae</i>	0	0,00	1	0,05	18	4,47	0	0,00
<i>Aphelocheiridae</i>	1	0,05	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Planorbidae</i>	4	0,22	21	0,95	0	0,00	1	0,27
<i>Sphaeriidae</i>	4	0,22	72	3,27	0	0,00	0	0,00
<i>Coenagrionidae</i>	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00
<i>Socidae</i>	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00
<i>Dugesidae</i>	0	0,00	5	0,23	0	0,00	0	0,00
<i>Planariidae</i>	0	0,00	1	0,05	0	0,00	0	0,00
<i>Hydrobiidae</i>	0	0,00	1	0,05	7	1,74	11	3,01
<i>Lumbriculidae</i>	0	0,00	3	0,14	3	0,74	4	1,10
<i>Cyclobdellidae</i>	17	0,92	50	2,27	0	0,00	0	0,00
<i>Limnocharidae</i>	27	1,46	34	1,54	0	0,00	0	0,00
<i>Tubificidae</i>	3	0,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00
TOTAL	1849	100	2203	100	403	100	365	100

Fuente: Elaboración propia

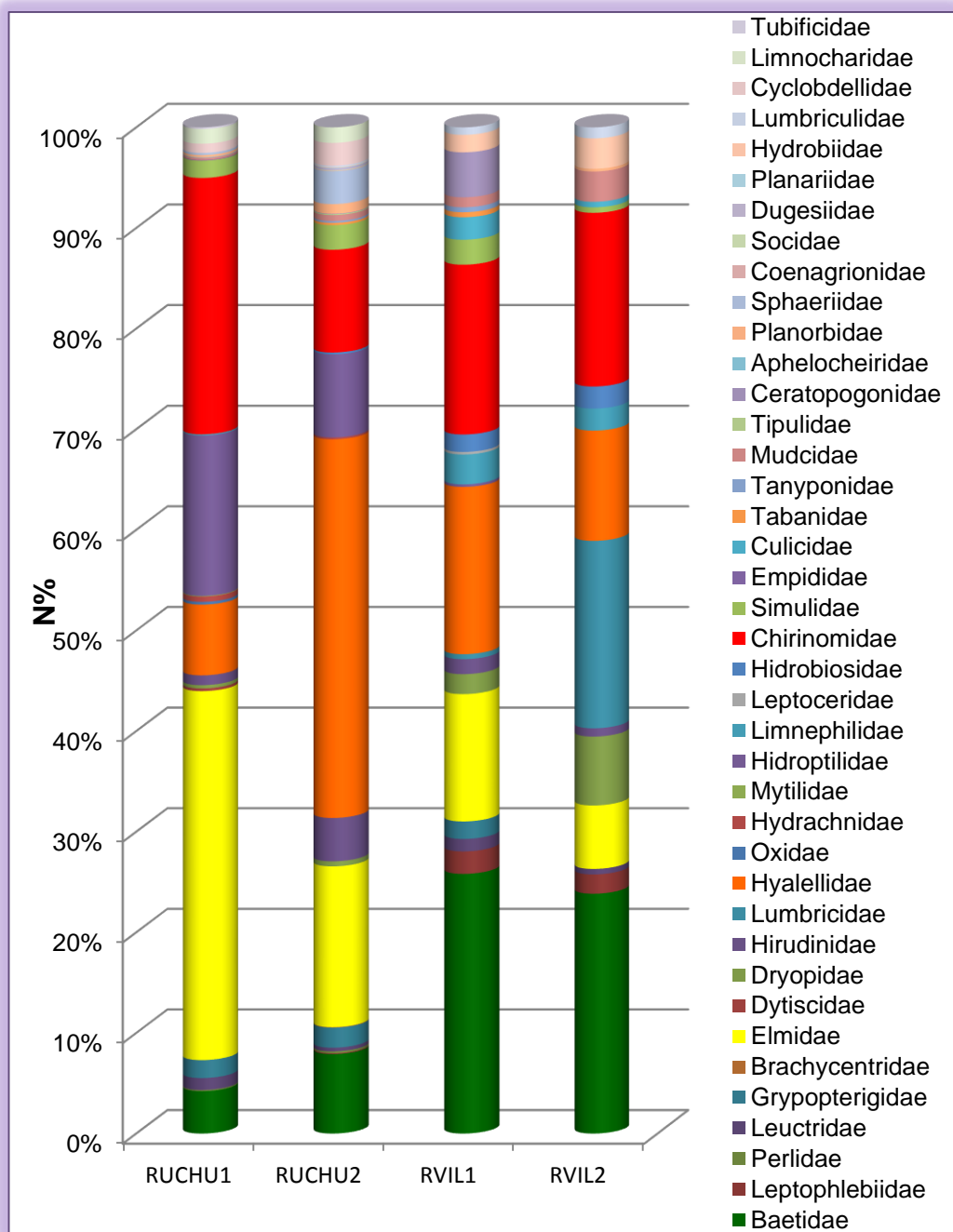


Figura 46. Abundancias relativas de las Familias del grupo de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila Vilani durante los meses de muestreo.

En la Figura 46 representa la abundancia relativas de las familias de macroinvertebrados, se observa que el Familia más abundante. En la estación RUCHU02 la familia más abundante fue Hyalellidae con 37,63%, seguidamente en la estación RUCHU01 fue la familia Elmidae (36,67%). La familia Baetidae fue la más dominante en las dos estaciones RVIL01 y RVIL02 con un porcentaje de (25,81%) y (23,84%) respectivamente.

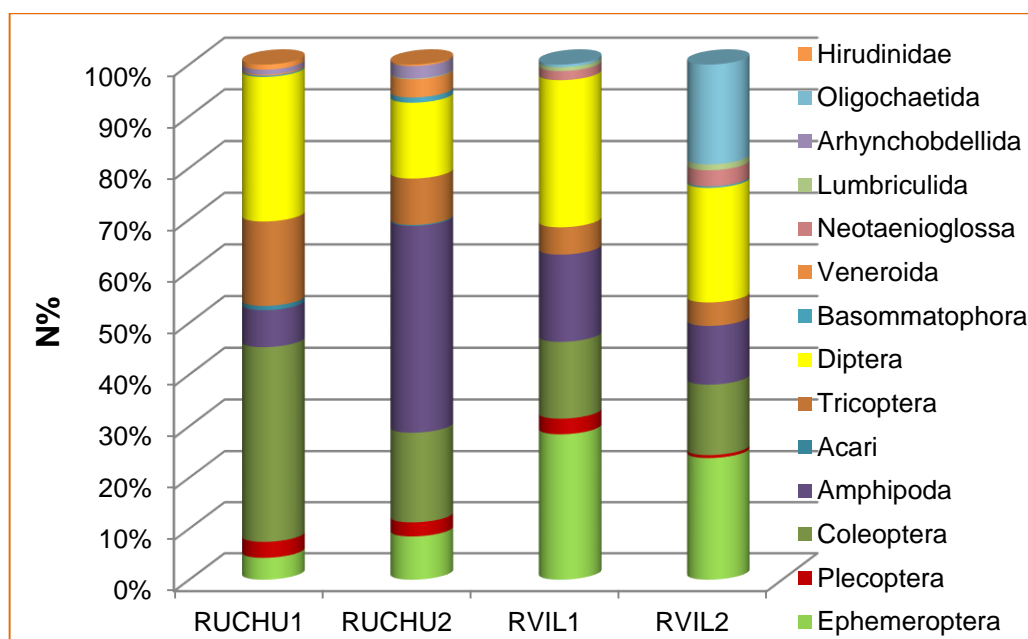


Figura 47. Abundancias relativas de los Órdenes del grupo de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila Vilani durante los meses de muestreo.

En la Figura 47 representa el porcentaje de individuos pertenecientes al Órdenes. En la estación RUCHU02 el Orden dominante fue el Orden Amphipoda (40,01%), seguidamente el Orden Coleoptera (37,92%) fue el más abundante en la estación RUCHU01 durante los meses de muestreo. En la estación RVIL01 los Órdenes dominantes fueron Ephemeroptera y Diptera (28,46%). En la estación RVIL02 fue el Orden Ephemeroptera (23,86%).

Cuadro 23. Índices de diversidad de las familias de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila Vilani.

ÍNDICES	RUCHU1	RUCHU2	RVIL1	RVIL2
Familia_S	24	30	22	17
Individuals	1849	2203	403	365
Dominance_D	0.2328	0.1955	0.1451	0.1454
Shannon_H	1.83	2.105	2.312	2.203
Pielou	0.5758	0.6188	0.7479	0.7777

Fuente: Elaboración propia

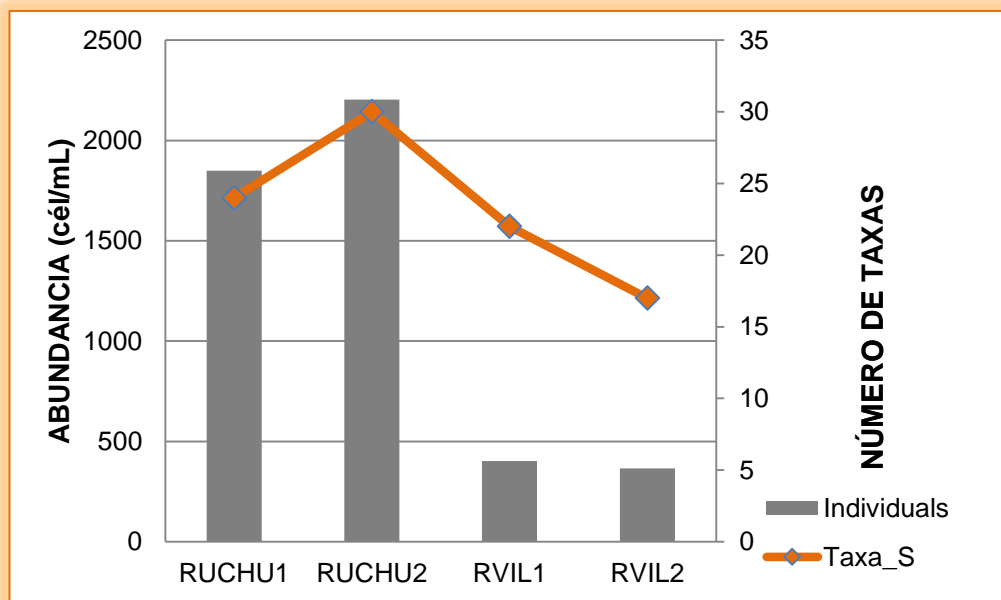


Figura 48. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la comunidad de macroinvertebrados del Rio Uchusuma – Vila Vilani

En la Figura 48 se presenta el número de individuos y el número de Taxa presentes, Se observa en las estaciones RUCHU01 y RUCHU02, tienen mayor abundancia con (1849) y (2203), respectivamente y luego desciende en las estaciones RVIL01 y RVIL02 con un número de individuos de 403 individuos y 365 individuos respectivamente. La riqueza de taxa es mayor en RUCHU02 (30).

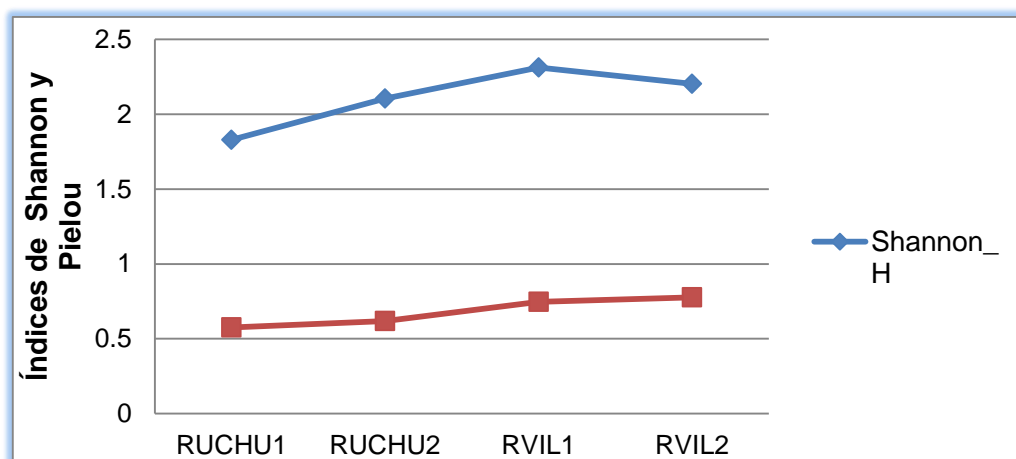


Figura 49. Índices de Shannon y Pielou de la comunidad de macroinvertebrados en el Rio Uchusuma-Vila Vilani

En la Figura 49 representa los valores de los Índices de Shannon y Pielou de la comunidad de macroinvertebrados. El índice de Shannon en la estación de RVIL01 fue de (2.312) luego descendió en la estación RVIL02 cuyo valor fue de (2.203) seguidamente en la estación RUCHU02 fue de (2.105) y finalmente en la estación RUCHU01 fue 1.83 El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies no fue semejante en las unidades de muestreo cuyos valores son lejanos a 1, solo las estaciones RVIL01 y RVIL02 tienen un valor más alto a comparación de las demás que fue de (0.7479) y (0.7777) respectivamente a comparación de las dos primeras estación RUCHU01 (0.5758) y RUCHU02 (0.6188) .

Se observa en la Figura 50 que, según el índice de Morisita, en las estaciones de muestreo las estaciones RUCHU01 y RUCHU02 existe una semejanza de casi el 55 ,así mismo en las estaciones RVIL01 y RVIL02 existe una semejanza aproximadamente del 75%,

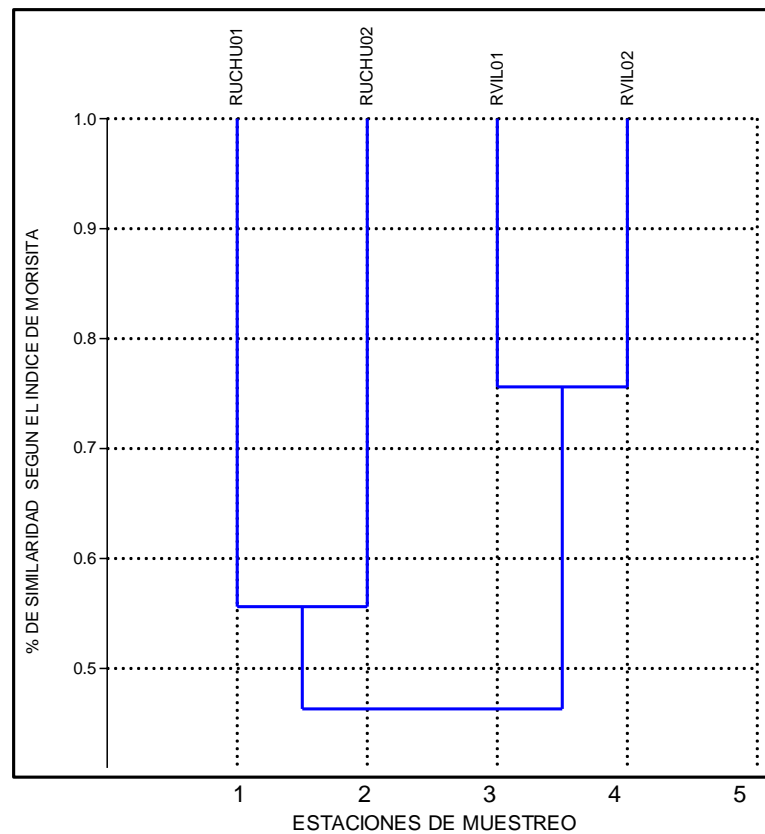


Figura 50. Porcentaje de similitud según el índice de Morisita en las cuatro estaciones de muestreo de Macroinvertebrados.

3.6 Resultado del análisis en la evaluación de peces:

La diversidad, riqueza y abundancia de los peces responde de manera predecible a los cambios de factores abióticos, tales como la calidad del hábitat y calidad del agua. Por lo cual, se les puede llamar especies indicadoras, y sus cambios en presencia/ausencia, número y en las características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento, indican que algunas de las variables fisicoquímicas se encuentran fuera de sus límites de tolerancia y afectan sus ciclos de vida (Guitierrez, 2003).

Cuadro 24. Abundancia (N) de los peces del Río Uchusuma- Vila Vilani

Especie	R-UCHU-01	R-UCHU-02	RVIL-01	RVIL-02
<i>Trichomycterus rivulatus</i>	99	65	0	0
<i>Orestias empyraeus</i>	68	179	0	0
TOTAL	167	244	0	0

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 51 se observa que la diversidad de peces del Río Uchusuma fue muy escasa encontrándose solo dos taxa presentes en las estaciones RUCHU01 y RUCHU02. No se encontraron peces en las estaciones RVIL01 y RVIL02.

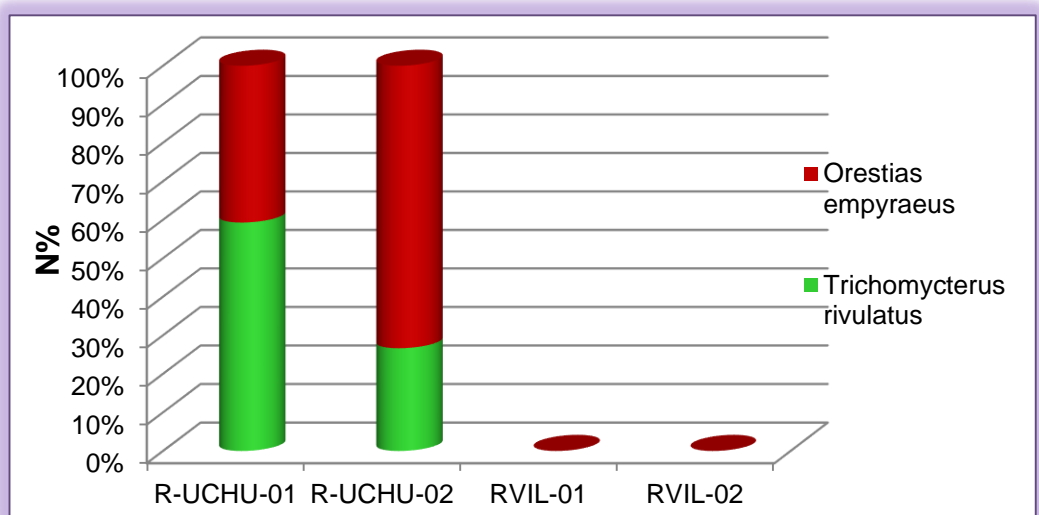


Figura 51. Abundancias relativas de las especies de peces del Rio Uchusuma-Vila Vilani.

3.7 Calidad de agua mediante uso de bioindicadores

3.7.1 Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani según el Índice Diatómico Genérico (IDG)

En la Cuadro 25, Se observa que en las estaciones RUCHU01 Y RUCHU02 fue de Polución moderada. Eutrofización y en las estaciones VIL01 Y VIL02 fue Calidad normal. Polución débil.

Cuadro 25. Calidad de agua del Rio Uchusuma- Vila Vilani según IDG

Esta.	MAYO	JUNIO	AGOS	OCTUB	Prom	Grado de contaminación	Color
RUCHU1	3,073	3,927	3,725	3,697	3,606	Polución moderada. Eutrofización	Yellow
RUCHU2	3,665	3,584	3,742	3,760	3,687	Polución moderada. Eutrofización	Yellow
RVIL01	4,593	4,163	4,024	4,030	4,202	Calidad normal. Polución débil	Blue
RVIL02	4,044	4,009	3,925	4,024	4,000	Calidad normal. Polución débil	Blue

Fuente: Elaboración propia

Las estaciones RVIL01 y RVIL02 se encuentra Polución moderada. Eutrofización y es cuando el ecosistema o ambiente caracterizado por una abundancia anormalmente alta de nutrientes. La eutrofización produce de manera general un aumento de la biomasa y un empobrecimiento de la diversidad.

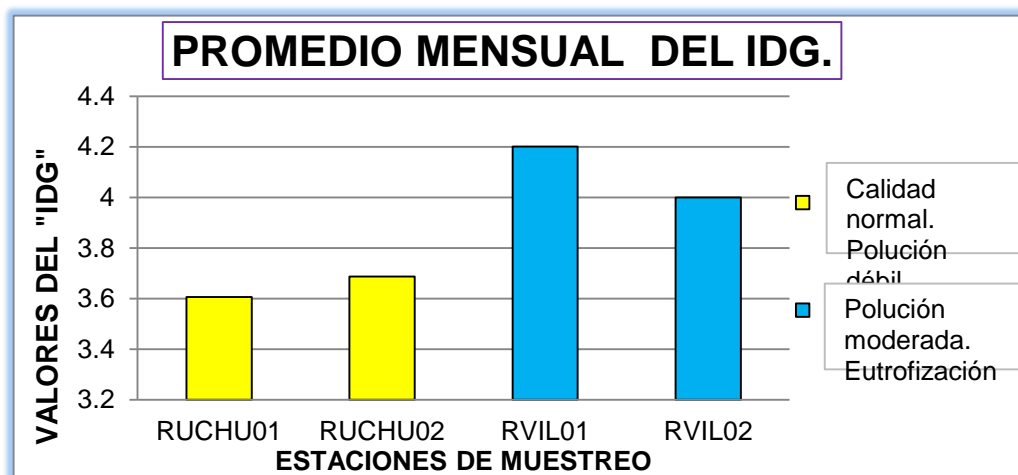


Figura 52. Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani según IDG

La Figura 52, Nos muestra el promedio mensual del índice calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani en las cuatro estaciones de muestreo. Se observa que el 50% corresponde a una calidad de agua normal polución débil en las estaciones RVIL01 y RVIOL02 y el otro 50% Polución moderada Eutrofización en las estaciones RUCHU1 y RUCHU02.

3.7.2 Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani según del Índice biótico de familia

Cuadro 26. Valores del Índice biótico de familia Índices utilizados para determinar la calidad del agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani

Estación	Valor IBF (Junio)	Valor IBF (Agosto)	Valor IBF (Octub)	Pm.	Calidad del agua	Categoría	Color
RUCHU1	4,264	5,171	9,950	9,950	MUY MALA	VII	Orange
RUCHU2	7,377	2,633	14,129	14,12	MUY MALA	VII	
RVIL01	3,273	1,086	2,706	2,70	EXCELENTE	I	Light Blue
RVIL02	2,948	2,295	1,100	1,10	EXCELENTE	I	

Fuente: Elaboración propia

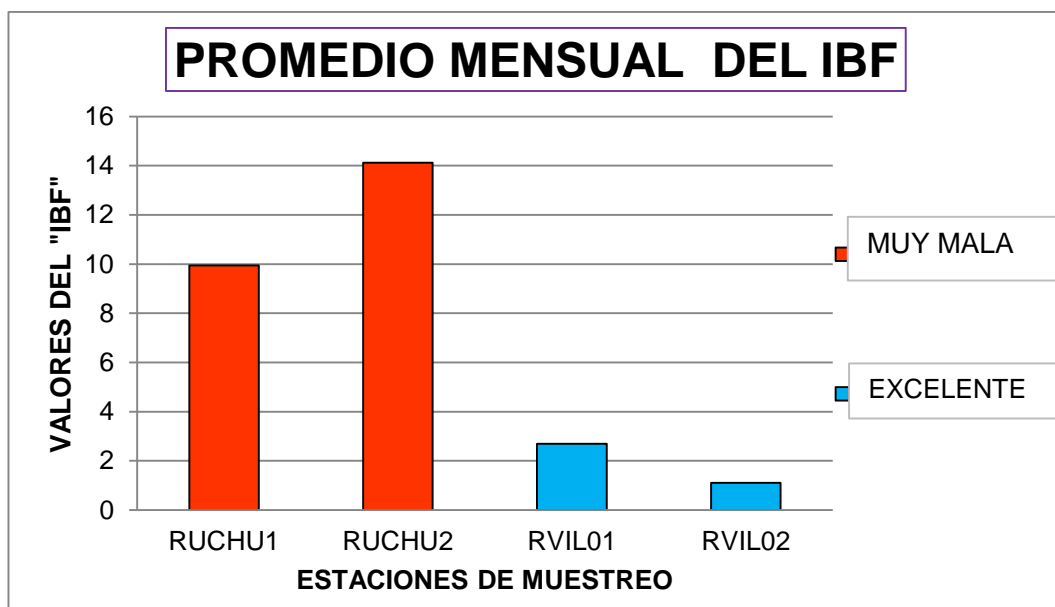


Figura 53. Calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani según IBF

En la Figura 53 se observan los valores del IBF de las estaciones RUCHU01 y RUCHU02 nos indican calidad de agua Muy mala de la categoría VII y los resultados obtenidos en las estaciones RVIL01 y RVIL02 nos indican calidad de agua Excelente de categoría I. Se notó claramente la concordancia de los valores obtenidos utilizando el IDG de las diatomeas (ver, Figura.52).

IV. DISCUSIÓN

En relación de la diversidad de los organismos fotosintéticos del Rio Uchusuma-Vila Vilani, en el Cuadro 4, se reportan 196 especies de micro algas, distribuidas en seis grupos funcionales: Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta y Cryptophyta. De estos grupos funcionales, el dominante estuvo representado por la división Bacillariophyta en donde se reporta 159 especies, distribuidas en 12 órdenes con 26 familias y 39 géneros.

En relación al fitoplancton de las 6 divisiones encontradas el grupo de las Diatomeas, fue el grupo dominante coincidentemente con Round, 1990, quien indica en su investigación (*The Diatoms. Biology and morphology of the genera*) que las diatomeas (Bacillariophyceae) constituyen un importante componente de las comunidades acuáticas, es uno de los grupos algales con mayor riqueza específica, de distribución cosmopolita, ya que puede vivir en una amplia variedad de hábitats, incluso bajo condiciones extremas, desde hielos polares hasta aguas termales, por tanto, es frecuente encontrar algunas especies en latitudes y climas muy diferentes.

En el cuadro 12. Se reportan los géneros más frecuentes de las diatomeas tales como, *Coconeis*, *Diatomea*, *Nitzchia*, *Navicula*, *Synedra*, *Fragilaria* y *Achnanthes* en las dos primeras estaciones, siendo el más abundante el género *Coconeis*. Las diatomeas de este género, son de amplia distribución, que se encuentra en casi todas las aguas dulces donde el pH es neutral o alcalino, con la excepción de los sitios más oligotróficos, es muy común en los hábitats bentónicos, donde se une a rocas, macrófitos y algas y son de un rápido crecimiento de especies pioneras que es capaz de colonizar sustratos desnudos rápidamente, es tolerante a moderada, pero no grave a la contaminación orgánica, lo cual concuerda con Craticula (2014), ya que el cuerpo de agua del Río Uchusuma-Vila Vilan en las dos primeras estaciones tiene un pH ligeramente alcalino.

Vouilloud et al. 2005 y Cuesta et al. 2007. Manifiestan que un incremento en la abundancia de *Cocconeis* está relacionada con bajos niveles de fósforo y que los géneros de *Navicula*, *Pinnularia* y *Diatoma* son de amplia distribución en los ambientes dulceacuícolas. Además, Bellinger & Sigeo (2010), mencionan que las diatomeas del género *Navícula*, son considerados tolerantes a la contaminación y su dominancia señala sitios altamente perturbados.

En nuestra investigación en las dos últimas estaciones de muestreo los géneros más frecuentes fueron Gomphoneis, Achnanthes, Navicula, Ephytemia y Diatoma, siendo el género con mayor abundancia en Gomphoneis que es una diatomea con un amplio rango de distribución lo cual no indica, indicio de contaminación. Los géneros que presentaron mayor abundancia relativa a comparación de las primeras estaciones son Achnanthes y Navicula que al parecer son indicadores de aguas limpias (Palmer, 1962). Un reporte de Zavalaga, 2010 reporta para las diatomeas el índice de Shannon un valor de 2.5, abundancia de 5082, y una riqueza de especies de 77, con el género dominante de Aulacoseira 51% que es un género mayormente marino es muy común encontrarlos en cuerpo de lagos y Ríos, este grupo obtuvo una correlación lineal directa altamente significativa con la conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos. Al parecer esta investigación concuerda con el nuestro en caso de las diatomeas ya que presentaron en las primeras estaciones una alta biodiversidad y en relación a la riqueza de especies difiere en todas las estaciones, ya que, e registró un valor superior a 100 esto se debe quizás a que los valores de conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos son más elevados en las dos primeras estaciones. Quiroz, 2004 han indicado que un aumento en la diversidad,

composición y abundancia de diatomeas está relacionado con procesos de eutrofización por incremento de materia orgánica y nutrientes, coincidentemente se observó un incremento de estos parámetros en las estaciones donde existe una Eutrofización según el IDG.

Según la composición taxonómica encontrada, la mayor presencia de la división Bacillariophyta es considerada normal dentro de los sistemas acuáticos (Acleto y Zuñiga, 1998) Chlorophyta y Cyanophyta estuvieron presentes en todos los ambientes acuáticos evaluados. Las algas de la División Chlorophyta son también importantes en riqueza y abundancia, lo cual refleja una buena productividad primaria, ya que estas algas en general están adaptadas a diversos ambientes y a diversas condiciones ambientales, se las encuentra en casi todos los cuerpos de agua continentales (Gonzáles, 2012).

En el cuadro 14. Se reporta para el grupo de Cyanobacterias, mayor frecuencia los géneros de Anabaena, Lyngya, Nosctoc, Plectonema y Pseudoanabaena en todas las estaciones. El género Anabaena tuvo mayor

predominio en el Rio Uchusuma-Vila Vilani que es normal encontrarlas en Plancton de aguas dulces (Gobierno de España, 2015).

En relación las Clorophytas, en el Cuadro 16, se reportan los géneros más abundantes fueron Ankitrodesmus, Pediastrum, Ulothrix, Pediastrum. Estos géneros son planctónicos, y constituyen una importante fuente de alimentación para algunos crustáceos microscópicos y por eso resaltando su importancia en la cadena trófica.

En las primeras estaciones existió un predominio del género Pediastrum, es un género cosmopolita y de biomasa relevante en numerosos cuerpos de agua. El género que predominó en las dos últimas estaciones fue Ankistrodesmus, es normal encontrarlas en cuerpos de agua. Un reporte de Zavalaga, (2010) reporta para las Clorophytas, relación lineal altamente significativa con el pH y los índices de diversidad fueron muy elevados a comparación del nuestro, el trabajo de Zavalaga, el pH tuvo un valor ligeramente ácido alrededor de 7 a comparación de nuestro trabajo que tiene valores ligeramente alcalinos quizás sea el motivo de obtener valores de biodiversidad muy bajos.

Las Euglenophytas estuvo representado por los géneros Trachelomonas y Euglena (ver Cuadro 18) .Margalef, menciona que son especies saprofitas y éstas nunca se mencionan como indicadores biológicos de contaminación. Estos géneros tuvieron muy poca representatividad, las Euglenophytas viven en ambientes con alto contenido en materia orgánica, lo cual se presume que el cuerpo de agua esté cargado de materia orgánica logrando así las condiciones adecuadas para la presencia de este grupo, este grupo tuvo elevada representatividad en las estaciones antes de la actividad minera y después de dicha zona se encuentra un valor muy mínimo.

En relación de la diversidad del zooplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani. En el Cuadro 5, se reportan 8 grupos taxonómicos: Arthropodos, Anellidos, Ciliophoros, Protozoarios, Rotíferos, Cercozoas, Amoebozoas y Nematodos. Siendo los rotíferos el grupo dominante cuya presencia representa 25%, en relación al total de especies, distribuidas en 4 órdenes, con 8 familias y 9 géneros, esto se debe a que los rotíferos predomina en cuerpos de agua eutrofizados gracias a la abundante materia orgánica presente en las estaciones antes del posible impacto de la actividad minera .Siendo el grupo dominante los Rotíferos.

Conde, 2010 realizó la investigación “Zooplancton como integrante en la estructura Trófica de los Sistemas Acuáticos” y asegura que uno de los componentes principales de las comunidades biológicas de los sistemas acuáticos es el zooplancton, ya que, representa el eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios (peces y algunas aves), lo cual coincidentemente la diversidad de especies disminuye al igual que el fitoplancton ya que guardan estrecha relación.

En el Cuadro 20, se reporta los organismos zooplantónicos, encontrados, en las primeras estaciones destacan por su mayor frecuencia los géneros *Canthocamptus*, *Centropyxis*, *Trinema* y *Vorticella* , siendo el más abundante el género *Centropyxis* que es detritívoro, investigación que concuerda con Lousier,1984 quien manifiesta que el género *Centropyxis* se encuentra generalmente en estanques y pantanos, ampliamente distribuida, en ambientes estresados (aguas salobres, altos niveles de contaminantes, contaminación orgánica) .Los géneros de *Trinema* y *Canthocamptus*, generalmente se encuentra en musgos, estanques, en hojas caídas, como se encontraron en estas estaciones.

En las primeras estaciones destacan por su mayor frecuencia los generos de Canthocamptus, Centropyxis, Trinema siendo el más abundante el género Centropyxis

En la investigación de García, 2015 se indica que las especies de rotíferos con mayor relación con el eje de eutrofia es el género Brachionus, en la presente investigación solo se encontraron 2 especies del genero Brachionus, cabe resaltar que solo se encontraron en las primeras estaciones donde el cuerpo de agua según el "IDG" es un cuerpo de agua eutrofizado. Lo mismo sucede con el género Keratella, cuyas especies han sido también consideradas en numerosos estudios como indicadoras de eutrofia, lo que se puede respaldar con la investigación, registrándose una especie del genero Keratella en la primera estación.

En las últimas estaciones, predominaron los géneros de Anaplectus y Rotíferos, los rotíferos tienen gran importancia en la cadena trófica como conductores del flujo de energía, siendo muy importante en la productividad secundaria y ciclo de nutrientes. Muchas especies, por s

función, ayudan en la depuración de ambientes con contaminación orgánica. También se utilizan como indicadores de calidad del agua se aprecia mayor frecuencia de rotíferos en las últimas estaciones lo cual al parecer indicaría que no existe alteración, en cuanto a los Nematodos se les encuentra en cualquier ecosistema, ya que tienen amplia distribución.

En relación a la comunidad de macroinvertebrados del Rio Uchusuma- Vila Vilani. Se observan en los cuadros 6 y 22, que están constituida por 40 familias a su vez estas últimas están divididas en 4 Phylum, con 11 clases y 20 Órdenes. Siendo la más abundante la familia Chironomidae (25 %), Hyalellidae (22 %) y Elmidae (22 %), seguida por la familia Baetidae (23 %) Un trabajo de Zavalaga , 2010 reporta 19 taxones de familias, distribuidas en cinco phylla, con nueve clases y 13 órdenes, siendo la familia Chironomidae la más abundante, lo cual coincide con la presente investigación, ya que también fue la familia más abundante en las primeras estaciones excepto en las dos últimas estaciones, esto se debe quizás a la diferencia de factores ambientales tales como la altitud.

Paggi, 2001 en su investigación menciona que la presencia de la familia Chironomidae se encuentra en cuerpos de agua tanto naturales como artificiales, en aguas someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios. A su vez, Pacheco, (2008) reporta a 11 órdenes y 26 familias. El mayor número de familias encontradas pertenecen al orden Díptera, lo cual llega a coincidir con nuestro trabajo ya que se reportan un porcentaje alto con respecto al orden Díptera lo cual se deba a que presente las condiciones ambientales similares como la temperatura y pH.

El reporte del “Estudio de Impacto Ambiental” realizado por Minsur reporta para las estaciones correspondientes al Rio Uchusma, 4 taxas, siendo la más abundante Simulidae con 87 individuos, seguidamente en el Rio Vila Vilani reporta 9 taxas, siendo la más abundante la familia Baetidae lo cual coincide con la presente investigación ya que es la misma zona de estudio, pero discrepa con el Rio Uchusma, ya que la taxa predominante fue Chironomidae, esto se debe quizás a la época y tiempo de muestreo.

Los macroinvertebrados son sensibles a distintas condiciones físicas y químicas, por lo que un cambio en la calidad del agua, podría cambiar la estructura y composición de las comunidades acuáticas. Por ende, la riqueza

de la composición de la comunidad de macroinvertebrados puede ser utilizada para proveer un estimado de la salud de un cuerpo de agua, lo cual se puede observar en las dos primeras estaciones donde se observa la riqueza de especie presenta fluctuaciones y decrece en las estaciones al parecer existe un cambio en la zona de abajo probablemente haya algún indicio de alteración en las dos estaciones primeras.

Chávez, 2010 tuvo por objetivo definir grupos de organismos, atendiendo a algunas de sus características relacionadas con la obtención de oxígeno. Chávez concluye, que los resultados obtenidos son los grupos de organismos que pueden ser más informativos que los obtenidos con el análisis de los parámetros físico y químicos o con otros parámetros biológicos, por ello, que fue muy importante el estudio de la comunidad de macroinvertebrados en el presente trabajo de investigación,

Las familias más abundantes en las estaciones RUCHU01 RUCHU02 fueron Elmidae y Hyalellidae, seguidamente de Chironomidae, Hydroptilidae, y Baetidae, Oscoz (2008), reporta a la familia Elmidae como coleopteros que viven en Rios y arroyos, tanto de larva como de adultos colonizan hábitats muy variados, pero suelen estar asociados a zonas donde se acumulan restos vegetales, de los cuales se alimentan, precisan

de aguas frías ricas en oxígeno, lo que hace que se asocie a la existencia de cierta calidad de agua. La familia hyalellidae es un grupo de crustáceos más frecuentes en las aguas dulces, fácil de identificar por su parte lateral, viven en todos tipos de agua y sustratos y tienen un tipo de alimentación sobre todo detritívoro, aunque pueden alcanzar grandes densidad si se produce un aumento de materia orgánica en el medio, en las primeras estaciones se registró la abundancia de esta familia, esto se debe al incremento de materia orgánica. La familia Hydroptilidae tuvo representatividad en estas estaciones, los tricopteros de pequeños tamaño, algunos de cuyos estuches pueden recordar a semillas de plantas. Los estuches constituyen hilos de seda, a los que a veces adhieren granos de arena, viven en zonas de corriente no elevada fijados al sustrato o a las macrofitas. Parecen ser capaces de tolerar cierta carga de materia orgánica.

En las estaciones RVIL01 y RVIL02, las familias más abundantes fueron Baetidae seguidamente de Chironomidae, Lumbricidae, Haylellidae y Elmidae. La familia Baetidae es la familia más frecuente de todas las efémeras. Oscoz ,2008 menciona que existen géneros adaptados en ambientes y hábitats acuáticos diferentes aunque existen especies a la contaminación, otras especies de esta familia son tolerantes a unos niveles

moderados de contaminación orgánica. La familia Lumbricidae fue frecuente y su clase Oligochaeta: grupo muy heterogéneo que comprende a varias familias. Adaptadas a muy diferentes ambientes, son un grupo eminentemente detritívoro, pueden ser muy abundantes en aguas ricas en materia orgánica, pero son muy sensibles a la contaminación química. Algunas familias pueden vivir en condiciones de anoxia, lo que se les hace útil como indicador de alta calidad.

La familia Chironomidae estuvo presente en todas las estaciones de muestreo esta familia abarca especies con aspectos ecológicos muy variados. Hay especies que excavan galerías y otras de vida libre, el tipo de alimentación es también variado (detritívoros, depredadores, fúngicos, etc.) pueden tolerar condiciones de falta casi de oxígeno.

Morales (2007) da a conocer que la presencia de individuos de las familias Chironomidae, Tipulidae (Diptera), así como Baetidae y Leptotyphidae (Ephemeroptera), son indicadores de aguas contaminadas, individuos que se reportan en la presente investigación, en mayor porcentaje en las primeras estaciones, comprobando de esta manera el estado de calidad de agua.

En relación de la diversidad de peces, en el Cuadro 24 se reportan a *Trichomycterus rivulatus* y *Orestias empyraes* pertenecientes a la clase Actinopterygii y a dos órdenes, 2 familias y dos géneros. Un reporte de Zavalaga, 2010 reporta dos especies del genero Oresticas (endémico) y *Salvelinus fontalis* (introducida), lo cual llega a coincidir la especie reportada del genero de Orestias, esto se debe a que son ríos son asociados a bofedales en las dos primeras estaciones y a las condiciones ambientales favorables para su crecimiento.

Se registraron a dos especies, solo en las estaciones RUCHU01 y RUCHU02, *Trichomycterus rivulatus* y *Orestias empyraeus*. Según Ortega y Chocano (2013), indica que en el Perú existe una ictiofauna o conocida también como diversidad de peces significativamente diferente en numerosas cuencas del país. La diversidad de los ríos de la sierra está estrechamente relacionada con la altitud y la temperatura, además de la pendiente y la velocidad de la corriente para lo cual, los peces han desarrollado adaptaciones especiales, esto se comprueba con los peces encontrados en las dos primeras estaciones. La evaluación de los cambios en las comunidades de peces se ha convertido en una herramienta útil para evaluar el grado de alteración o deterioro de un sistema, dado que la taxonomía de un gran número de

de familias está bien establecida, a comparación con algunos otros grupos bióticos, son relativamente más económicos de obtener (Methratta y Link, 2006), lo cual se puede apreciar en el trabajo de investigación que las primeras estaciones probablemente esté contaminada, eso quizás se deba al pastoreo extensivo de ganado existente en los bofedales y riberas del Rio Uchusuma, donde se alimentan, abrevan y defecan.

Hay presencia de endemismos en las diversas cuencas. Los géneros más representativos, debido a su amplia distribución en esta región (desde los 4000 msnm) y su endemismo, son los géneros para las zonas andinas *Orestias*, *Astroblepus* (*Astroblepidae*) y *Trichomycterus* (*Trichomycteridae*), con un número de 40, 16 y 15 especies respectivamente. Estas especies están cada vez más mermadas en los cuerpos de agua debido a la presencia de especies introducidas. Coincidentemente se registraron estos grupos taxonómicos en el Rio Uchusuma,

La especie *Trichomycterus rivulatus* "Bagre", fue la que tuvo mayor porcentaje en la estación RUCHU02, pertenece familia *Trichomycteridae*, Género *Trichomycterus*. Arratia, (2000) menciona que esta especie puede

ocupar diversos hábitats; el ambiente preferido es diferente de acuerdo con la edad de los especímenes, los juveniles de hasta 25 mm de longitud total prefieren vivir cerca de las riberas, entre piedras y vegetación acuática donde las aguas son más tranquilas. Posteriormente, se produce un desplazamiento de los peces a la zona muerta de torrentes (formas bentónicas y torrentícolas). En general, esta especie prefiere fondos pedregosos, irregulares y también con limo fino y coloración oscura, pudiendo al igual que otros bagres, adaptar la coloración de acuerdo al tipo de substrato lo dicho, por este autor, concuerda con la presente investigación, ya que el color del cuerpo de agua es oscuro, donde se registraron estas dos especies.

El libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia nos indica que estas especie de Bagre, recibe gran diversidad de nombres, pero los pobladores reconocen dos formas a los individuos de mayor tamaño, se les llama “suche” a los individuos de menor tamaño, “Mauri”, a las especies más dominantes del Lago Titicaca. Habitan de 2-25 metros de profundidad

mayormente se encuentra a los adultos en profundidad. La dieta de los adultos consiste de anfípodos 90 %, huevos de peces de *Orestias* 10 %, coincidentemente en la zona donde se registró a los peces existió la presencia del género *Orestias* y gran abundancia de este orden Amphidos en las zonas de estudio. El género *Orestias* fue la que dominó en la segunda estación del Orden Cyprinodontiformes, Familia Cyprinodontidae) o “Carachi” con 40 especies, es endémico de los lagos de altoandinos y de Rios tributarios. Su rango de distribución se extiende desde el norte del Perú hasta el norte de Chile. Se caracterizan básicamente por la ausencia de aletas pélvicas. Los mayores reportes para este género provienen de cuerpos lénticos (ecosistemas acuáticos de aguas de escaso o nulo movimiento, como es el caso de los lagos y lagunas).

En cuanto al análisis fisicoquímico, se observa en el Cuadro 8, los principales parámetros fisicoquímicos que influyen en la presencia, distribución y abundancia pertenecientes a la biota acuática son la temperatura, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales disueltos y conductividad ya que, a través del tiempo, puede provocar diversos cambios que influyen directamente en la dinámica ecológica de la comunidad de acuerdo a su naturaleza.

Los procesos biológicos y ecológicos presentan relaciones estrechas con el pH, Quiroz, 2006 menciona que la biota acuática tiene una limitada capacidad de tolerancia, la mayoría de los organismos toleran cambios de pH dentro del intervalo de 6 a 9, que normalmente se presentan en ambientes acuáticos.

En cuanto a los resultados obtenidos de los parámetros básicos fisicoquímicos, se observó que el pH se encuentra entre los valores de 7,8-8,4 que va de neutro a ligeramente alcalino. De acuerdo D.S. 002-2008-MINAM-“ECA 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional para Agua”, establece el rango que va de 5,5 – 9,0 como límite permisible, bajo esta perspectiva los valores encontrados en las estaciones de muestreo están dentro del rango permisible. Coincidentemente la evaluación realizada por el Comité de Vigilancia de Monitoreo participativo, también reporta valores de pH que están dentro de los límites máximos permisibles. Zavalaga , 2010 reporta un promedio de pH 7,4 lo cual está dentro de los valores permisibles. Otro estudio realizado por el Gobierno Regional de Tacna, 2007 en el río Uchusuma reporta el pH 7,65; considerando que todos los resultados están dentro del rango, lo cual significaría que la carga eléctrica es

adecuada para la biota acuática, estas cualidades se dan gracias a condiciones edafológicas del suelo y del medio ambiente.

La conductividad eléctrica se mantuvo constante durante los meses de muestreo en todas las estaciones. Navarra, 2015 indica que es una medida generalmente útil como indicador de la calidad de aguas dulces, ya que cada cuerpo de agua tiene un rango relativamente constante de conductividad, que una vez conocido, puede ser utilizado como línea de base para comparaciones con otras determinaciones puntuales, los cambios significativos pueden ser indicadores eventos puntuales de contaminación para la zona de estudio no se registraron valores significativos lo cual al parecer indicaría que la zona de estudio no presenta signos de contaminación.

Según el D.S. 002-2008-MINAM – “ECA Categoría 1” establece el promedio en cuanto a la conductividad eléctrica 1600 uS/cm bajo este enfoque los valores obtenidos en la presente investigación está cumpliendo los estándares de calidad. Zavalaga, 2010 reporta un promedio de (145,83 uS/cm), lo cual cumple lo establecido con los estándares de calidad de

Agua, esto se debe a que presenta las mismas condiciones geográficas acorde a la altitud, estudio realizado en el Rio Uchusuma por el Gobierno

Regional de Tacna, 2007 reporta el valor de la conductividad eléctrica de 640 uS/cm estos valores son muy cercanos a nuestra investigación con un valor promedio 515 uS/cm estos resultados también están dentro del límite permisible.

La temperatura del agua registrada en el Río Uchusuma – Vila Vilani no presenta un carácter estacional muy marcado con un valor promedio de 10° C. Según el D.S. N° 002-2008-MINAM –“ECA Categoría 1” no establece rangos para este parámetro ya que puede modificarse por la radiación solar. Un reporte de Zavalaga, 2010 da a conocer la temperatura de 12.36 °C, otro estudio realizado por Franco, 1992 reporta una temperatura 9 °C, coincidentemente a nuestra investigación se puede dar la variación de la temperatura ya que pueden influir el tiempo y época de muestreo, siendo en horas en la mañana muy bajas y elevándose está a lo largo del día. La radiación solar modifica rápidamente este parámetro a causa de la poca profundidad del Río en estudio.

Caríssimo, 2013 da a conocer en su investigación, que la temperatura es uno de los factores más importantes para todos los organismos, ya que influye oxigenación de las aguas, en la productividad primaria, nutrición de los seres vivos, en la reproducción y el crecimiento

de la especies, la mayor parte del calor que recibe la superficie de la tierra procede del sol, en forma de radiación infrarroja.

En otra investigación de Quiroz, 2006 menciona que la temperatura influye en la tasa de producción primaria y en las reacciones metabólicas de la reproducción y el crecimiento de las especies, los niveles de tolerancia de las algas frente a las variaciones de la temperatura son diversos, de tal forma que los organismo del fitoplancton elevan su tasa de crecimiento cuando aumenta la temperatura hasta algún valor óptimo, del cual disminuye

Ramirez, 2000 menciona que hay factores ambientales que favorecen el predominio de las cianobacterias como las temperaturas elevadas, según Zalasar G. indica correlación positiva significativa en la temperatura y las cianobacterias lo cual se refleja en las primeras estaciones hubo un valor considerado en la temperatura y abundancia de cianobacterias a comparación de las dos últimas estaciones.

El oxígeno disuelto en las dos primeras estaciones tuvieron valores elevados con un promedio de 13.2 mg/L a comparación de las dos últimas estaciones que obtuvo un promedio de 9.1, Según el D.S. N° 002-2008-MINAM –“ECA Categoría 1” establece valores de 5 a más (≥ 5), bajo esta

perspectiva los valores obtenidos en la presente investigación cumple los valores establecidos por el D.S., Un reporte de Zavalaga, 2010 da a conocer este parámetro con un valor de 7 y otro estudio realizado por Franco,1999 da a conocer un valor de 11.3, estos resultados están dentro de los valores permisibles esto se debe a que pertenecen a ecosistema muy similares encontrándose en ríos alto andinos de la región de Tacna. Según Quiroz, 2006 el oxígeno disuelto depende de los factores fisicoquímicos y procesos biológicos (fotosintéticos y respiración) es un gas fundamental en la dinámica de los cuerpos de agua.

Los valores para el TDS (solidos totales disueltos) alcanzó un promedio de 450 en las estaciones antes del posible impacto de la actividad minera y después de dicha zona, alcanzo un valor promedio de 315; según el D.S. N° 002-2008-MINAM – “ECA Categoría 1” establece un promedio de 1000, los valores obtenidos en la presente investigación están dentro del promedio por lo cual no influiría en las comunidades acuáticas. Cuando valores de TDS son elevados propician la aparición de algas y otros (Aguapasion, 2015), coincidentemente en las dos primeras estaciones existió un elevado valor de TDS también existió una presencia de algas a comparación de las dos últimas estaciones. Un reporte de Zavalaga, 2010

da a conocer este parámetro con un valor de 72 y lo cual también está dentro de los valores establecidos por estándar de calidad de aguas coincidentemente al nuestro, esto es debido a las condiciones son parecidas ya que el Rio Uchusuma y Rio Huaytiri se encuentran a la misma altitud de 4420 m.s.n.m y se encuentran en las mismas coordenadas geográficas, ya que los dos ríos son altoandinos.

En cuanto a los índices de diversidad, se observa en los Cuadros 13,16 y 19 en relaciona al fitoplancton. La abundancia y riqueza de especies del fitoplancton fue mayor en las primeras estaciones a comparación de las dos últimas. Los resultados para el índice de Shannon del fitoplancton en las primeras estaciones indican un valor superior a 2.5 a comparación de las últimas estaciones del Rio que se mantiene a valores inferiores a 2.5 tomando en cuenta estos valores. Segnini (2003) realizó un trabajo sobre indicadores biológicos en cuerpos lóticos indica que valores superiores a 2.5 indican alta diversidad o contaminación ligera lo dicho por Segnini concuerda con el IDG, dando a conocer que las primeras estaciones presenta “Polución moderada-Eutrofización” y en las últimas estaciones presenta una “Calidad normal- Polución Débil”. El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies fueron semejante en las unidades de muestreo cuyos valores

son acercan a 1, estos resultados son válidos para las primeras estaciones logrando así la estabilidad de las poblaciones de las comunidades biológicas. Salazar (2010), realizo una investigación en un bofedal, los valores obtenidos para el fitoplancton la riqueza de especies es superior al 65 valor se Shannon 3,2 y abundancia 4520 , estos valores resultan elevados a comparación del nuestro, quizás se deba a los factores fisicoquímicos ya que presenta valores de pH ligeramente ácidos alrededor de 7 y los valores del oxígeno disuelto son elevados, en nuestra zona de estudios a comparación de Zalasar, (2008) que presenta valores menores. Un reporte de Zavalaga, (2010) reporta para el perifiton reporta una abundancia de 6504, riqueza de especies de 103 y un índice de Shannon de 2.8 estos valores, coinciden solo en las primeras estaciones, esto se debe al estado en que se encuentra el cuerpo de agua en esas estaciones las cuales se encuentren perturbadas esto según IDG.

Según el índice de Morisita para el fitoplancton , en las primeras estaciones existe una semejanza de casi el 90 %, esto con respecto a la abundancia de la especie más común en este caso se debería a la presencia de *Coconeis placentula*, así mismo, últimas estaciones existe una semejanza aproximadamente del 95 %, esto con respecto a la abundancia

de la especie más común, en este caso, se debería a la presencia de *Gomphoneis minuta*, que en las dos estaciones existió un notable abundancia de esta especie.

En cuanto a los índices de diversidad del Zooplancton, se observa en el Cuadro 21 la abundancia y riqueza de especies fueron muy elevadas en las primeras estaciones a comparación de las dos últimas estaciones. Los resultados del índice de Shannon obtenidos en las primeras estaciones muestran valores superiores a 2.5 durante el periodo de evaluación a comparación de las últimas estaciones que se mantiene a valores inferiores. Bajo esta perspectiva, del índice Shannon, los resultados entre 1.5 y 3.5 son frecuentes (Magurran, 2000; Moreno, 2003). Mientras que Segnini, 2003, valores superiores a 2.5 indican alta diversidad o contaminación ligera indicando con esto que las primeras se encuentran perturbada, que coincide con los resultados del IDG, indicando que las primeras estaciones presentan una “Polución moderada-Eutrofización” y en las dos últimas estaciones del Rio, aguas que presenta una “Calidad normal-Polución débil”.

El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies fue semejante en las últimas estaciones logrando así la estabilidad de las poblaciones de las comunidades biológicas.

Un reporte de Iannacone, 2003 en el Río Lurín del zooplancton da a conocer valores de índices de biodiversidad muy bajos como el Shannon con 0.95, riqueza específica 4, abundancia 71, esto se debe a que presenta condiciones muy bajas de oxígeno disuelto y valores de pH son similares y conductividad eléctrica, ya que, según el autor de esa investigación el zooplancton guarda relación con pH y oxígeno disuelto, se deba quizá a la altitud ya que esta zona es más baja a 382 m.s.n.m .

El índice de Morisita para el zooplancton, existió una semejanza de casi el 58% en las dos primeras estaciones, esto con respecto a la abundancia de los géneros más comunes, en este caso, se debería a la presencia de *Centropyxis* y *Vorticella*, que en las dos estaciones existió una gran abundancia de estos géneros, así mismo, en las últimas estaciones existe una semejanza aproximadamente del 78%, esto con respecto a la abundancia del género más común, en este caso, se debería a la presencia de *Anaplectus*, que en este género existió una notable abundancia de esta especie.

En cuanto a los índices de diversidad de los macroinvertebrados, se observa en el Cuadro 23, los valores de abundancia y riqueza de especies fue mayor en las dos primeras estaciones a comparación de las últimas estaciones.

La diversidad de Shannon-Weaver toma valores superiores en las dos estaciones finales a comparación de las primeras, esto se debe probablemente a las condiciones ambientales según Betancourth (2007) en su investigación "Análisis estacional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del Río Portoviejo", da a conocer que las comunidades de macroinvertebrados de la mayoría de los ecosistemas acuáticos son altamente diversos, y gracias a que presentan requerimientos y características especiales, pueden servir como guía para conocer y determinar el estado de éstos, lo cual coincide, con la investigación. El índice de Pielou muestra que la abundancia de las especies fue estable solo en las dos últimas estaciones, ya que, sus valores son más cercanos a uno, en las dos primeras estaciones sus valores acercan a 1. Zavalaga, (2010) reporta para los macroinvertebrados valores de abundancia 251 siendo las familias más abundantes la familia Elimade y Chironomidae coincidentemente con nuestro trabajo coinciden en las primeras estaciones, ya que, coinciden en los valores de índice de Shannon en las últimas estaciones, ya que, los valores de riqueza específica es elevada en nuestra zona de estudio, donde se reporta al orden díptera como la más abundante, a la vez presenta una relación altamente significativa con el pH

coincidentalmente en las estaciones de abajo del Rio presentaron una abundancia del orden Dipetra y Ephemeroptera.

Iannacone (2003) reporta para los macroinvertebrados 9 géneros los más dominantes fueron Ephemeroptera y Nematodos con una riqueza de especies 5, abundancia de 180 y un valor del índice de Shannon 1.2, estos valores son muy bajos, esto se deba quizás, a la cantidad de oxígeno disuelto y temperatura, ya que, la zona donde estudió el investigador tuvo poca profundidad a comparación de nuestra zona de estudio.

Un reporte realizado por Minsur, 2006 en el Rio Uchusuma reporta valores de abundancia de 107 y de riqueza de especies 4 y un índice de Shannon de 1.17 estos valores llegan a coincidir con nuestros resultados, para el Rio Vila Vilani reporta valores de abundancia 70 y de riqueza de especies 8 y para el índice de Shannon reporta valor de 2.56 estos resultados estos valores se ven influenciados por el tiempo y época de muestreo, ya que, las riquezas de especies son mucho menor en todas las estaciones de muestreo.

El índice de Morisita, en las estaciones las dos primeras estaciones existe una semejanza de casi el 55 %, esto con respecto

a la abundancia de las familias más comunes, en este caso, se debería a la presencia de Elmidae y Hyalellidae , que en las dos estaciones existió una gran abundancia de esta familia ,así mismo en las dos últimas estaciones existe una semejanza aproximadamente del 75 %, esto con respecto a la abundancia de la familia más común, en este caso, se debería a la presencia de la familia Baetidae, que en las dos estaciones existió un notable abundancia de esta especie.

En cuanto a la estimación de la calidad de agua del Rio Uchusuma-Vila Vilani , se observa en los Cuadros 15 y 26. De acuerdo con el IDG y IBF, no habría modificaciones en las condiciones ambientales de las comunidades acuáticas, solamente existe una perturbación en las estaciones de RUHU01 y RUCHU02 probablemente esto se deba a que el Rio en esas estaciones se encuentran asociados a bofedales donde existe un sobrepastoreo y quizás las heces de los camélidos estén estresando al cuerpo de agua, cabe destacar que no solamente la comunicación antrópica influye en la distribución y crecimiento de las especies, por lo que se debe considerar factores climáticos, geográficos y simbióticos que alteran una comunidad.

Iannacone (2013) en su estudio similar a esta investigación, que tuvo por objetivo evaluar la diversidad del plancton y del macrozoobentos como indicador de calidad de agua del Rio Lurín en el Distrito de Cieneguilla, Lima, Perú. El autor concluye que, el plancton y el bentos son indicadores alternativos de calidad de agua en el Rio Lurín, Perú dándoles mayor importancia a estas comunidades como indicadores de calidad de agua para el presente trabajo.

Se utilizó al fitoplancton mediante el “IDG”; (Delluomo, 2004). En las dos primeras estaciones se obtuvo el valor de IDG “Polución moderada-Eutrofización” dando así, a un ambiente eutrofizado, es aquel ecosistema caracterizado por una abundancia anormalmente de nutrientes y esto conduce un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los Rios, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora de la biota acuática.

Crie (2015) indica que de contaminación que producen la eutrofización de las aguas son los residuos domésticos suelen estar bien localizados, esto llega a concordar con la zona eutrofizada, ya que, cerca

de las dos primeras estaciones donde se encuentran viviendas, donde quizás estén realizando un mal uso de los residuos sólidos, entre otros, la primera estación se encuentra ubicada a unos pasos del puente, a la entrada del pueblo de Alto Perú, y en la segunda estación el centro poblado Unsalmo. Se utilizó también a la comunidad de macroinvertebrados, el índice biológico utilizado en el presente investigación fue el, Índice Biótico de Familias (IBF), (Hilsenhoff 1988),

El Índice Biótico de Familias (IBF) considera la diversidad de taxa indicadores (familias) y la abundancia de cada una de ellas (Figuroa, 2003) dio como resultado la calidad de agua estimada con el IBF en los meses evaluados, se dispuso en dos grupos de calidad de agua, en las dos primeras estaciones nos indican calidad de agua "Muy Mala de categoría VII" y los resultados obtenidos en las dos últimas estaciones nos indican calidad de agua "Excelente de categoría I", se notó claramente la concordancia de los valores obtenidos utilizando el IDG de las diatomeas.

En cuanto a la actividad minera, existe 4 empresas mineras ubicadas cerca del Área de estudio, dos pequeñas empresas mineras "3 de Mayo", "Virgen Peñas II" y "Maria Rosa de Palca 98" estas 3 empresas no utilizan el recurso hídrico, la única actividad que puede estar alterando al medio ambiente es la remoción de polvo al utilizar sus medios de transporte, las 3 empresas solo extraen cuarcita según la Dirección Regional Sectorial de

Energía y Minas de la ciudad de Tacna. La empresa ubicada en Pucamarca es la más grande ubicada en la ciudad, esta empresa no utiliza el recurso hídrico que abastece a la población de Tacna.

La empresa utiliza agua de otra cuenca, la empresa extrae oro y plata, la minera ubicada en Pucamarca ha promovido monitoreos ambientales participativos de aire, agua y suelo con las comunidades y autoridades locales. Además, en la faena se realizan auditorías internas, donde miembros de diferentes unidades operativas supervisan los procesos para garantizar la colaboración entre equipos y las mejores prácticas.

En lo que es el relacionamiento con las comunidades, en tanto, Pucamarca ha financiado proyectos de desarrollo gestionados por los mismos vecinos, resaltado que hasta la fecha no se registra que hayan superado los estándares de calidad y no se ha detectado valores que indiquen alteración por parte de la actividad minera.

Según Arce (2006), nos indica que los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los

terrestres, por lo que, los impactos como la alteración del cuerpo de agua inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva. Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que, a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad acuática presente en el cuerpo de agua, cabe resaltar que la presencia de cualquier actividad humana llega a alterar al ecosistema modificando su hábitad.

IV. CONCLUSIONES

- Se caracterizó taxonómicamente las comunidades acuáticas del Rio Uchusuma-Vila Vilani. Para el fitoplancton, reporta 6 grupos funcionales: Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, Xanthophyta y Cryptophyta, siendo la división Bacillariophyta grupo dominante. El zooplancton, se reportan 8 grupos principales: Arthropoda, Anellida, Ciliophora, Protozoa, Rotífera, Cercozoa, Amoebozoa y Nemata. El grupo dominante fue la división Rotífera y Nematoda. Los macroinvertebrados, estuvo constituida por 40 familias. Los peces se registraron a *Trichomycterus rivulatus* y *Orestias empyraeus*
- Los parámetros fisicoquímicos del Rio Uchusuma –Vila Vilani, el pH, Solidos Totales Disueltos, Conductividad eléctrica, Temperatura y Oxígeno Disuelto, están dentro valores normales.
- Los valores de diversidad estimados para el fitoplancton fueron elevados en las primeras estaciones antes del posible impacto de la

actividad minera, a comparación de las dos últimas. El zooplancton fue mayor en las primeras estaciones antes del posible impacto de la actividad minera, a comparación de la segunda. Los valores de diversidad estimados para la comunidad de macroinvertebrados, la riqueza fue es mayor en las primeras estaciones antes del posible impacto minero, el índice de Shannon y el índice de equidad de Pielou, nos indica un valor elevado en las dos últimas estaciones después del posible impacto de la actividad minera.

- Antes del impacto minero la calidad del agua del Rio Uchusuma- Vila Vilani en las estaciones RUCHU01 y RUCHU02, se presenta como una polución moderada y después del impacto minero como una calidad de agua normal.
- El impacto del material particulado de movimiento de tierra generado por la actividad minera no afecta a las comunidades acuáticas del Rio Uchusuma- Vila Vilani.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la investigación en las estaciones de invierno y otoño.
- Realizar un trabajo de calidad de agua en mediante indicadores de calidad de agua para el zooplancton en el Rio Uchusuma- Vila Vilani.
- Analizar la composición de las estaciones últimas, después del posible impacto minero, para obtener una data que nos ayude a explicar el por qué, no existe contaminación en esas estaciones.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ÁLVAREZ M. Y COL. 2002.** España. Impactos sobre los ecosistemas acuáticos continentales.
- **APHA. 1989.** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 20a Ed. Washington DC.
- **AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2010.** Calidad de agua [en línea]. <http://www.ana.com> [Consulta: 30/11/2014]
- **ARCE O., 2006.** Cochabamba- Bolivia .Indicadores biológicos de calidad del Agua.
- **ARRATIA, G. 2000.** Peces del altiplano de Chile. In Veloso, A. y Bustos, O. (eds). El ambiente natural y las poblaciones humanas de los Andes del Norte Grande de Chile (Arica, Lat 18°28') Unesco- Mab6 1. 93-134. IUCN 2006. The Red list of threatened species.
- **ABARCA H., 2006.** El Uso De Macroinvertebrados Como Bioindicadores De La Calidad Del Agua. Mexico

- **APHA-AWWA-WEF. 2005.** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. 1368pp.
- **AGUAPASION,2015.** Total de Sólidos Disueltos (TDS) [en línea]. <http://www.aguapasion.es/> [Consulta: 30/11/2014]
- **BALVÍN D. Y LÓPEZ J., 2002.** “Medio Ambiente Minería y Sociedad: Una Mirada Distinta” Asociación Civil Labor, Lima
- **BARBOUR, M., GERRITSEN, J., ZINDER, B. & STRIBLING J.** 2005. Rapid Bio assessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2da. edición. EPA 841-B41-91. U.S. Environmental Protection
- **BAR THEM, R. 2003.** Ecología acuática del río Madre de Dios. Bases científicas para la conservación de cabeceras andino-amazónicas. Editorial Wust. Lima - Perú.
- **BOUCHARD R.W. 2004.** Guide to aquatic macro invertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center. University of Minnesota St. Paul, MN, 208 pp.

- **BETANCOURTH, 2007** Análisis Estacional de Las Comunidades de Macroinvertebrados Acuáticos en un tramo del Río Portoviejo Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Escuela de Biología .Guayaquil 2007
- **BELLINGER, E.G. & SIGEE, 2010.** Freshwater algae Identification and use as bioindicators. Wiley-Blackwell. Oxford, UK. 271 p
- **BADILLO M., Y COL., 2010.** Manual de Prácticas de Ecología Acuática prácticas de Ecología Acuática. Universidad Nacional Autónoma de México.Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación. Facultad de Ciencias Licenciatura en Manejo. Sustentable de Zonas Costeras Materia: Ecología de Poblaciones y Comunidades.
- **CALDERÓN J. 2004.** Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada el Carracá del municipio de los santos departamento Santander.
- **CASHPA,2014** [en línea]. (http://ciencias_biologicas.pe) [Consulta: 30/11/2014]

- **CUESTA ET AL. 2007.** La diatomea *Navicula* es un género considerado tolerante a la contaminación y su dominancia señala sitios altamente perturbados
- **CHÁVEZ, 2010 .** Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Río Sensunapán, Departamento de Sonsonate, El Salvador, C.A. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL, JUNIO DE 2010. SAN SALVADOR
- **CHAPMAN, D. 1996.** Water Quality Assessments: A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring. Chapman Hill. London. 626 p.
- **CASSET M., 2010** "Dinámica poblacional de dos especies de anfípodos y su relación con la vegetación acuática en un microambiente de la cuenca del río Luján" Argentina
- **CHÁVEZ, 2010 .** "Reconocimiento de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos como alternativa para determinar la calidad del agua del Río Sensunapán" en Portugal

- **CADIMA, M. E. FERNÁNDEZ y L. LÓPEZ. 2005.** Algas de Bolivia con énfasis en el Fitoplancton: Importancia, Ecología; Aplicaciones y Distribución de Géneros. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia 396 p.
- **CSIRO 2000 .** The Insects of Australia. Commonwealth scientific and industrial research organization (CSIRO). The Division of Entomology Melbourne University Press. Canebra (Australia). 1029 pp.
- **CRIE, 2015.** Diatomeas en las Aguas [en línea]. <http://www.crie.uji.es>
Consulta: 30/11/2014
- **CRATICULA, 2014.** Diatomeas [en línea]. <http://craticula.ncl.ac.uk> [Consulta: 30/11/2014]
- **CHOCANO L., 2013.** Las Zonas Altoandinas Peruanas y Su Ictiofauna Endémica. Investigadora Asociada De Los Departamentos De Ictiología y Limnología.MHN – UNMSM. Coordinación de Publicaciones Digitales. DGSCA-UNAM
- **CARÍSSIMO M., Y COL., 2013.** Ecosistemas acuáticos. - 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Educación de la Nación, 2013. 150 p. ; 21x15 cm. - (Escritura en ciencias; 8) ISBN 978-950-00-0987-4

- **CEMA,2010.**,Centro De Estudios Del Medio Ambiente (Cema) de La Espol. Informe Bimensual De Monitoreo Ambiental del Dragado de Mantenimiento del Canal De Acceso Al Puerto Marítimo de Guayaquil,Periodo Diciembre 2009 - Enero 2010
- **CONDE , J.M., E. RAMOS-RODRÍGUEZ & R. MORALES BAQUERO. 2004.** [en línea]. El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. Ecosistemas 2. [en línea]. www.revistaecosistemas.net/ . [Consulta: 30/11/2014]
- **CALIZAYA J, Y COL., 2013.**Evaluación de la calidad del agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2013;30(1):58-63.
- **DIGESA, 2007** Lima .Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales.
- **DELLUOMO, A. 2004.** Indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (epi-d) nel monitoraggio delle acque Correnti: Linee Guida, ED.

- **DOMÍNGUEZ E.; HUBBARD M.D. PETTERS W. L. 1992.** Clave para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos. *Biología Acuática* 16. Instituto de Limnología Dr. Raul A. Ringuelet (UNLP-CONICET) La Plata. Argentina
- **DARRIGRAN, G. 2007.** Guía para el estudio de macroinvertebrados. Métodos de colecta y técnicas de fijación. Serie Técnica Didáctica Nro. 10. ProBiota, FCNyM, UNLP. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- **DUNCAN J. R. Y LOCKWOOD, J. L. (2001).** “Extinction in a field of bullets: a search for causes in the decline of the world’s freshwater fishes.” *Biological Conservation*. 102: 97-105.
- **ECOSYSTEMS, 2003.** *Ecosystems. Tópicos en Ecología Traducción al español de Issues in Ecology* . 2003. Publicado por la Ecological Society of America (la Sociedad Norteamericana de Ecología. Sustaining Healthy Freshwater. Steinman.
- **ESTUDIOS MINEROS DEL PERU S.A.C., 2015.** La Libertad 114 – 3C, Miraflores, Lima – Perú. Tel. [en Línea] www.estudiosmineros.com [Consultado el 28-01-2015]

- **ECOTECNOS LTDA 2011.**Protocolo Muestreo de Comunidades Planctónicas Planta Desaladora Del Valle De Copiapó, Edición1/2 . Colombia
- **ESTRADA J., 2015.** Centro de Estudios Tecnológicos del Mar #11.Practica de Zooplancton. Laboratorista ambiental
- **UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES 2005.**Facultad De Ciencias Exactas Y Naturales .Universidad de Buenos Aires(UBA). Centro de Divulgación Científica. Noticias breves de la FCE y N Fecha de acceso: 27-11-10.
- **FERNÁNDEZ H. R. y DOMÍNGUEZ E. 2001.** Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos, Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillio. Tucumán –Argentina. 282 pp.
- **FISHBASE, 2006.** *Salvelinus fontinalis*,Brook trout. FishBase World Wide. Web.URL: [en línea]. www.fishbase.org Publicación electrónica. Fecha de acceso 27-11-14
- **FERRERIRA,2006.** *Salvelinus Fontinalis*, Brook trout. FishBase Worlf Wide Web.URL:WWW.FISHBASE.ORG./Summary/speciesSummary.php?ID=246&

grnudnsmr=Salvelinus#speciesname=fontinalis. Publication electronica.

Fecha de acceso 27-11-10

- **FERNÁNDEZ, A. 1999.** *Manual de las diatomeas peruanas*. I edición. Publicaciones del Hortus Botanicus Truxillense.
- **FRANCO L.; 1996.** "FITOPLANCTON DEL RÍO ALTO ANDINO "KAÑO" - TACNA (CORDILLERA SUROCCIDENTAL DEL PERÚ)".TACNA-PERÚ
- **FUENTES F. 2002.** Manual de Laboratorios Ecología De Microorganismos. Universidad De Puerto Rico. Puerto Rico.
- **FRICKE & BISCOITO, 2008.**Phylum Chordata 2008.The coastal fishes of Madeira Island—new records and an annotated check-list; Zootaxa.
- **GRT,2006 GOBIERNO REGIONAL DE TACNA.**Proyecto de Zonificación Económica y Ecológica de Tacna Boletín Regional Tacna. 5-145 p.
- **GONZALES, A. 1998.** El Plancton de las aguas continentales .OEA. Caracas, Venezuela 20-73p.

- **GONZÁLEZ DE INFANTE, A.1988.**El Plancton en las Aguas Continentales – Sec. Gen. de la O.E.A., USA, 128 pp.
- **GARCÍA J.; 2015.** “El Zooplancton Como Indicador De La Calidad Del Agua En Embalses: Un estudio en el Ámbito de Actuación de la confederación Hidrográfica del Júcar”
- **GARCÍA E. & RODRÍGUEZ R.,. 2009.** Biodiversidad de insectos acuáticos asociados a la cuenca del río Grande de Manatí. Puerto Rico.
- **GONZÁLEZ, I., & PRIETO TRUEBA, D. ,2012.** Lista taxonómica de los protozoos ciliados (Protozoa: Ciliophora) del río Cojímar, La Habana, Cuba / Taxonomic list of ciliated protist (Protozoa: Ciliophora) in Cojimar river, Havana, Cuba. *Revista Cubana De Ciencias Biológicas.*
- **GONZALO M. Y COL 2004.** Efecto de la contaminación minera sobre el perifiton del río Guadamar.Madrid.
- **GONZÁLEZ M. Y GARCIA D. 1999.**Desarrollo de un indice biologico para estimar la calidad de las aguas de la cuenca del Duero.Departamento de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.

- **HAMMERO. HARPER D.A.T. & RYAN P.D. 2001.** PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electronica* 4(1) 9pp. [en línea]. URL: <http://palaeoelectronica.org/>[Consulta: 30/11/2014]
- **HILSENHOFF, W.L. 1988.** Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 7(1):65-68.
- **HARRIS 1995.** Manual de medidas acústicas y control de Ruido. Editorial McGraw-Hill (3ª ed.) Vol. I. Madrid.1995 (Cap.1,3, 5, 9,11y 18)
- **HERRERA Y., 2000.**Composición taxonómica del zooplancton del embalse de Betania, departamento del Huila, Colombia
- **HANSON P., 2010.** Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Rev. biol. trop* [online]. 2010, vol.58, suppl.4, pp. 3-37. ISSN 0034-7744.
- **IANNACONE J.;2013.** Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima - Perú. *Ecol. apl.* [online]. 2003, vol.2, n.1, pp. 116-124. ISSN 1726-2216.

- **JACOBSEN, D. 2008** .Tropical high-altitude streams. Chapter 8 In: Dudgeon D(ed) Aquatic Ecosystems Tropical Stream Ecology Elsevier Science. p p 219-256.
- **JARA, C., 2002.** Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas ritrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile. Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.Chile.
- **JONES J., 1973.** Fish and river pollution. Butterworth & Co. (Publishers), London: 203.
- **KOCIOLEK, P. 2011.** *Gomphoneis minuta*. In Diatoms of the United States. Retrieved April 03, 2015, from [en línea]. <http://westerndiatoms.colorado.edu/> [Consulta: 30/11/2014]
- **LA PÁGINA, 2013.** [en línea] (<http://www.lapagina.com.sv/>) Fecha de Consulta 20.02.2014
- **LA REPÚBLICA, 2013** [en línea] <http://www.lapagina.com.sv/> Fecha de Consulta [20.02.2014].
- **LEIVA M.,2003.**Macroinvertebrados Bentónicos Como Bioindicadores De Calidad De Agua En La Cuenca Del Estero Peu Peu Comuna De Lautaro Ix Región De La Araucani.Facultad de Ciencias de la universidad Católica de Temuco. Temuco.

- **MIRAVET M. Y COL. 2009** .Cuba. Procedimientos para el monitoreo de la calidad ambiental en la zona marino costero a partir de microorganismos. Departamento de Microbiología-Necton, CITMA.
- **MOHAMMAD H. 2005** .Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y AsociadosCULCyT//Enero-Febrero
- **MINISTERIO DE AGRICULTURA ,2002.**Evaluación Y Ordenamiento De Los Recursos Hídricos En Las Cuencas De Los Ríos Caplina Y Uchusuma, Estudio Hidrológico, Tacna, Diciembre 2002
- **MARGALEF R., 2005.** Teoría de los Sistemas Ecológicos. México: Alfaomega. 290 pp.
- **MUNIZ; P., 2006.** da Cunha Lana; N. Venturini; R. Elias; E. Vallarino; C. Bremec; C. De Castro Martins; L. Sandrini Neto Muniz P.; 20un Manual De Protocolos Para Evaluar La Contaminación Marina Por Fluentes Domésticos
- **MINEM, 2015.** Ministerio de energía y minas guía para la evaluación de impactos en la calidad de las aguas superficiales por actividades minero metalúrgicas. 2015. Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros SUB - SECTOR MINERÍA Volumen XXII.2012 PERÚ

- **MAPSA 2007.** El zooplancton como integrante en la estructura trófica de los sistemas acuáticos lénticos. Ecosistemas 2.Red de Monitoreo Ambiental Participativo de Sistemas Acuáticos RED MAPSA Línea 28-01-2015 [<http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/8.pdf>]
- **MAIDANA & DÍAZ, 2001,** . Diatomeas (Bacillariophyceae) de Ambientes Acuáticos de Altura de la Provincia de Catamarca, Laboratorio de Morfología Vegetal, Dpto. de Biodiversidad y Biología Experimental. Fac. de Cs. Exactas y Naturales. C. Universitaria TUCUMÁN- ARGENTINA
- **MUNNE, 2001.** DIAGNOSIS Y MEJORA DE LOS ECOSISTEMAS FLUVIALES MEDIANTE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA Departamento de Ecología. Universidad de Barcelona.
- **MARTINEZ. 2000.** Bacillariophyceae del Río Cuarto, Provincia de Córdoba, Argentina: Naviculaceae *IHERINGIA*, Sér. Bot.,Porto Alegre, 53: 3-34.
- **MAGURRAN, A. E. 2000.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

- **MANDAVILLE, S. M. 2002.** Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters Taxa Tolerance Values, Metrics and Protocols. Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax (Project H1). En Línea 15-02-2015 [<http://chebucto.ca/Sciences/SWCS/SWCS.html>.]
- **MORENO, J. L. 2003.** Fitoplancton. *In: De la Lanza, E.G. & P. Hernández (Eds.). Manual para la colecta, el manejo y las observaciones de campo para bioindicadores de la calidad del agua.* AGT Editor. pp. 43–107.
- **METHRATTA, E. T. Y LINK, J. S., 2006.** Evaluation of quantitative indicator for marine fish communities. *Ecological Indicators.* 6: 575-588.
- **NEEDHAM, J. 2001.** Dragonflies of North America. Scientific Publishers, Gainesville, Florida. 939 pp.
- **NAVARRA, 2015.** El agua en Navarra. Gobierno de Navarra. [en línea]. <http://www.navarra.es/> [Consulta: 30/11/2014]
- **OSCOZ J. Y COL. 2009.** Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro. Gobierno de España.

- **OCHOA, NOEMÍ Y BAYLON, 2005.** Dinofurcula cf. ventralis en la costa central del Perú y primeros registros de dos especies de Protoperidinium. Rev. peru biol. [online]. 2005, vol.12, n.3, pp. 377-382. ISSN 1727-9933.
- **ORTEGA Y CHOCANO, 2013** LAS ZONAS ALTOANDINAS PERUANAS Y SU ICTIOFAUNA ENDÉMICA Revista Digital Universitaria.Volumen 6 Número. ISSN: 1067-6079 , Departamentos de Ictiología y Limnología (MHN - UNMSM).LÑIMA-PERÚ
- **OSCOZ J., 2008** Departamento de Zoología y Ecología. Universidad de Navarra editorial Cemeyká. NAVARRA-ESPAÑA
- **PALMER, M. C. 1962.**Algas en los abastecimientos de agua. México: Editorial Interamericana S. A.,. 91 p.
- **PACHECO, E.,2008.** Índices físico-químicos y biológicos de calidad de agua para arroyos vadeables de la cuenca del río Santa Lucía en evaluación en cursos de agua y biomonitoreo. Informe final, Limnología-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo. 13 p.

- **PAGGI 2001** . Distribución espacio-temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) en un arroyo andino (Uspallata, Mendoza, Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* [online]. 2008, vol.67, n.3-4, pp. 45-58. ISSN 1851-7471.
- **PRYGIEL, J. 2002.** Determination of the biological diatome index (IBD NFT 90-354): results of an intercomparison exercise. *Journal of Applied Phycology* 14: 27-39.
- **PACHECO E.; 2013.** “Evaluación de La Calidad de Agua Mediante Macroinvertebrados Bentónicos Del Rio Lucre Y Sus Afluentes, Quispicanchi-Cusco” Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad De Ciencias Biológicas. Cusco- Perú.
- **QUIROZ, . 2006.** Variación de componentes fitoplanctónicos en un bordo temporal utilizado para acuicultura extensiva en Norte del Estado de Guerrero, México. *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET* 7 (11): 1–25[en línea].<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> [Consulta: 30/11/2014]
- **ROLDÁN PÉREZ G. 1999.** Macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Rev. Acad.Colom, Cienc* 23 (88): 375-387.1999.ISSN 0370-3908

- **RAMÓN Y CAJAL, 2004.** El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. Asociación española de ecología terrestre. Ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. Instituto del Agua, Universidad de Granada. Granada, España
- **ROUND C., 1990** FE; RM Crawford & DG Mann. 1990. *The Diatoms. Biology and morphology of the genera.* Cambridge University Press. Cambridge.
- **REYNOLDS C., 2006.** Ecology Of Phytoplankton. Cambridge: Cambridge University Press. 2006. 535 P.. Metabolic And Limnological Regulators. Verh. Internat. Verein. Limnol., V.24, P.6-24. 1990.
- **ROLDÁN C., 2008.** Fundamentos de la limnología neotropical 2 edición autor: Gabriel Roldán Pérez .Colombia. Universidad Católica de Oriente, Editorial Universidad de Antioquia.. 2008
- **ROJAS C., Y COL., 2011.** Estudios de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H. Las Cruces) en Nayarit, México. Mexico.

- **REBOLEIRA & ENGHOFF, 2014.** Phylum Arthropoda .*Sireuma*, a new genus of subterranean millipedes from the Iberian Peninsula (Diplopoda, Chordeumatida, Opisthocheiridae)
- **RAS, 2000.** Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Basico Ras – 2000. Sistemas De Potabilización República De Colombia. Ministerio De Desarrollo Económico. Dirección De Agua Potable Y Saneamiento Básico. Noviembre De 2000. Bogota D.C
- **RAMIREZ, 2000** “Variacion diurna y estacional del contenido calórico, la estabilidad y el trabajo del viento en una laguna tropical” Acta Limnol. Brasil 12_39-54
- **RAMÍREZ J., 2007.** “FITOPLANCTON DE AGUA DULCE” ED. UNIVERSIDAD DE ANTOQUIA. MÉXICO.
- **RAMÍREZ 2003.** Algas de la faja volcánica transmexicana recientes y fósiles. En Robledo Ramírez, D., J. L. Godínez Ortega & Y. Freile Pelegrín (Eds.) *Contribuciones Ficológicas de México*. Sociedad Ficológica de México, Mérida, pp. 89-96.

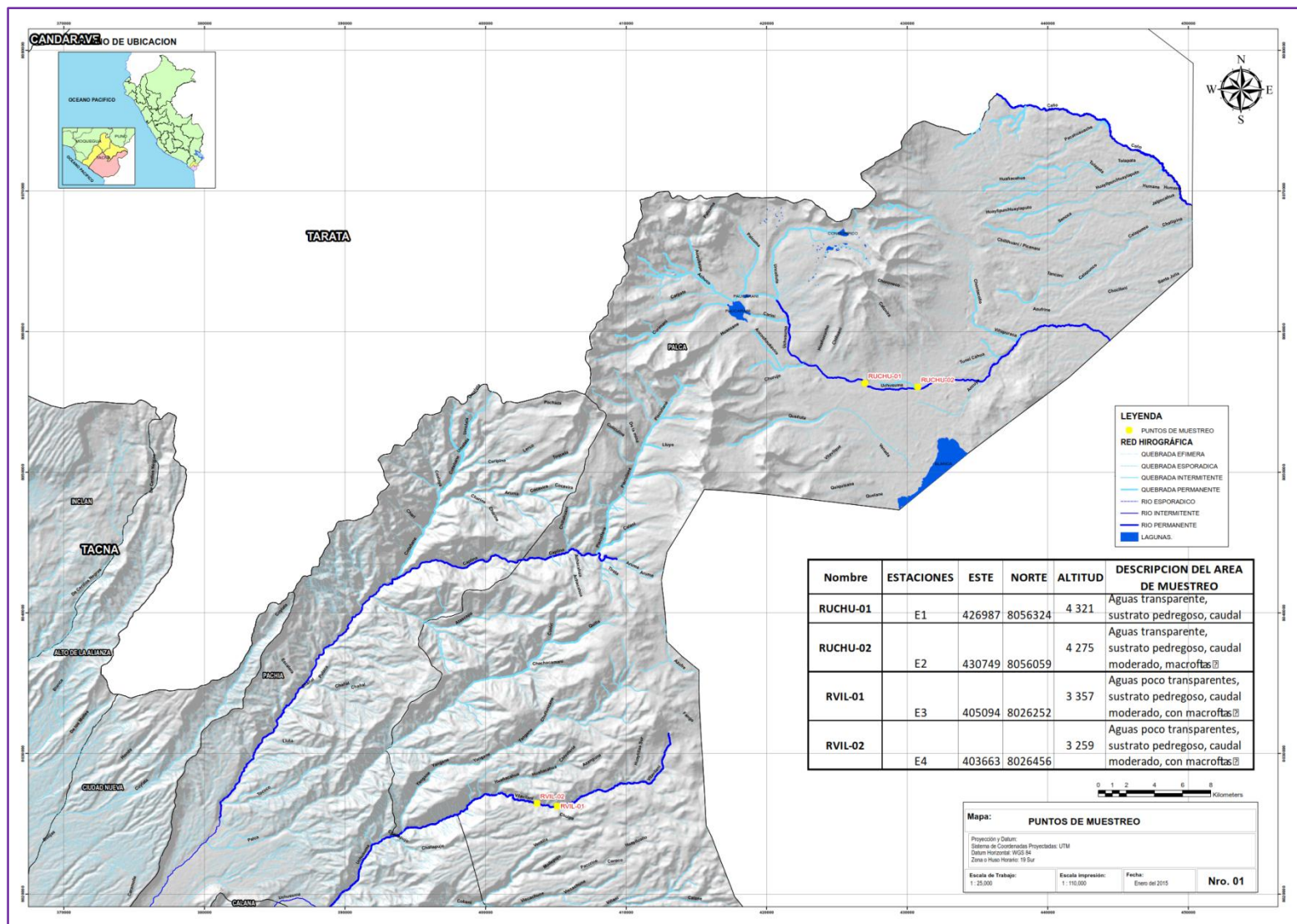
- **SVDEA, 2015** SOCIEDAD VENEZOLANA DE ECOLOGÍA, El uso de los Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Venezuela
- **SEGNINI, S. 2003.** El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. Ecotrópicos 16(2):45-63.
- **STREBLE. H, KRAUTER. D.,1987.** "Atlas de los microorganismos de Agua Dulce". Ed. Omega. Barcelona.
- **SEVERICHE C.;2013** "Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas" Editado por la Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso para eumed.net
- **SPRINGER, M. 2006.** Clave taxonómica para larvas del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Biología Tropical, 273-286.
- **SALAZAR G.; 2008.** "Determinación De La Calidad Trófica Del Bofedal Haytire (Distrito De Candarave) Mediante El Uso De Organismos Biondicadores Fitoplanctonicos . Junio – Diciembre,2008. Tacna-Perú

- **SÁNCNEZ G., 2005.**Biodiversidad Del Estado De Tabasco Primera Edición, Unam. Mexico. Diseño De Portada Y Contraportada: Sergio Tara Y Mario Lara, Graphen Edición e Impresión: S y G editores SA .Impreso en la Argentina© 2013 Adonis Giorgie-mail: ISBN 978-987-02-6491-0
- **THORP, J.H. & A.P. COVICH. 1991.** Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, San Diego.
- **UNIVERSIDAD TECNOLOGÍA DE PANAMÁ, 2014.** Laboratorio de Sistemas Ambientales Procedimiento para la Medición de Coliformes Totales y E. Coli (Colilert). Revisión:01 Fecha: 31/05/2006 Página: 1 de 5
- **UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, 2014.-** Edificio Jorge Basadre, Ciudad Universitaria, Lima 1. Central Telefónica: 619-7000
- **VILLEGAS N. Y COL 2011.** Colombia. Aspectos Ecológicos De Comunidades Bénticas De Un Sistema Fluvial Andino,Armenia – Quindío, Colombia Universidad Del Quindío Armenia Quindío Colombia. Rev. Invest. Univ. Quindío (22): 58- 69. Armenia – Colombia.

- **VOUILLOUD, A.A.; SALA, S.E. & SABBATINI, M.R. 2007.** Diatomeas perifíticas de la cuenca del Río Sauce Grande (Buenos Aires, Argentina). *Iheringia*, 60: 77-89
- **VARI & SIEBERT, 1989-** *Creagrutus lepidus*, a New Species from the Rio Aroa System, Yaracuy state, Venezuela (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 4 (4): 351-355.
- **VALDIVIA R. & ZAMBRANO F. 2000.** Cladóceros de la Laguna de Paca, Junín. Relaciones ecológicas entre hábitat y especie. *Boletín de Lima (Perú)*. 64: 83-89.
- **WALSH, 2015** En Línea <http://www.walshp.com.pe> [Consultado el 28-01-2015]
- **WETZEL RG, LIKENS, 2000.** *Limnological analyses*. 3a ed. Springer. Nueva York, EEUU. 429 pp.
- **ZAPATA P., CEPAL, 2004.** Comisión económica para América Latina y el Caribe [Fecha de consulta 20.04.2014]
- **ZAVALAGA E.; 2010.** “EVALUACIÓN HIDROBIOLÓGICA DEL RÍO HUAYTIRE DE LA PROVINCIA DE CANDARAVE DEL DEPARTAMENTO DE TACNA. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. TACNA-PERÚ

VIII. ANEXOS

Anexo 1.MAPA DE LA MUESTREO



Anexo 2. Galería de Fotos de Fitoplancton del Rio Uchusuma-Vilavilani

DIATOMEAS



Fotografía 1. *Amphora ovalis*



Fotografía 2. *Amonoeis sp*



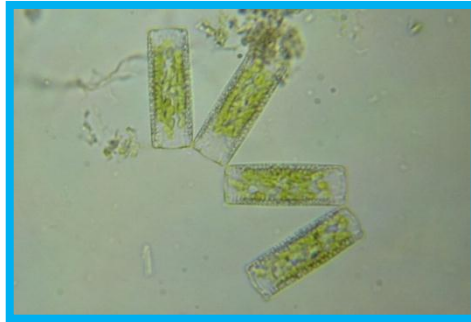
Fotografía 3. *Asterionella Formosa*



Fotografía 4. *Cymatopleura sp*



Fotografía 5. *Cocconeis placentula*



Fotografía 6. *Diatoma vulgare*



Fotografía 7. *Ephitemia sp*



Fotografía 8. *Ephitemia turgida*



Fotografía 9. *Fragilaria* sp1



Fotografía 10. *Girosigma* sp1



Fotografía 11. *Gomphoneis minuta*



Fotografía 12. *Gomphonema truncatum*



Fotografía 14 . *Nitzschia flexa*



Fotografía 15. *Pinnularia maior*



Fotografía 16. *Rhopalodia gibba*



Fotografía 17. *Surirella* sp



Fotografía 18. *Surirella ovalis*

CYANOBACTERIAS



Fotografía 19. *Pseudoanabaena sp1*

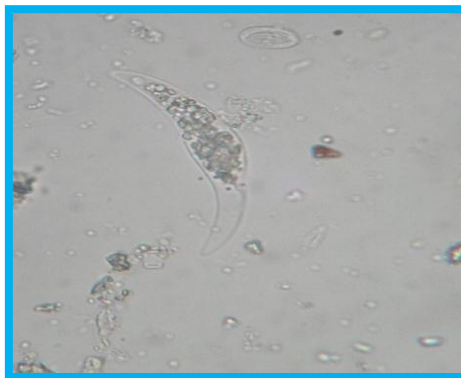


Fotografía 20. *Gomphospaeria apino*

COLOROPHYTAS

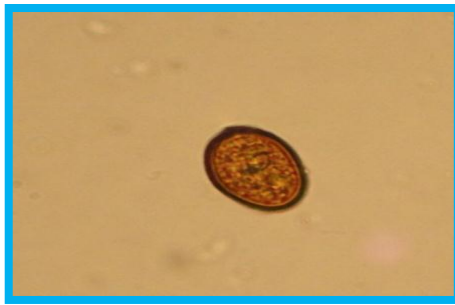


Fotografía 21. *Cosmarium botritis*



Fotografía 22. *Closterium ehrenbergii*

EUGLENOPHYTA



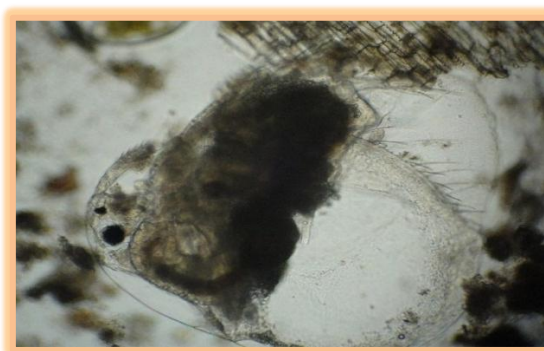
Fotografía 23. *Trachelomona* sp1

CRYOPTOPHYTA



Fotografía 24. *Rodona*

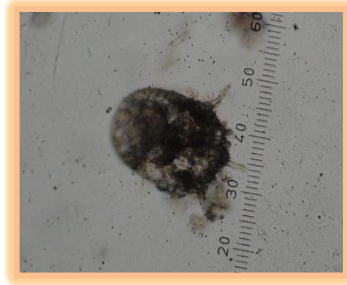
Anexo 3. Galería de fotos del Zooplancton del Rio Uchusuma-Vila Vilani



Fotografía 25. *Alona sp1*



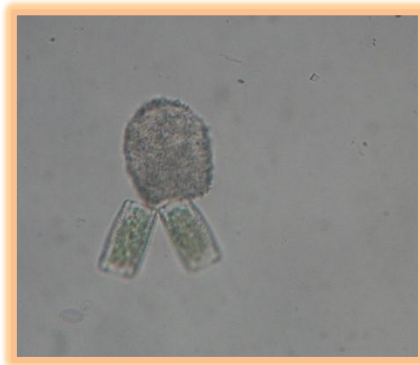
Fotografía 26. *Anaplectus sp1*



Fotografía 27. *Centropyxis aculeata*



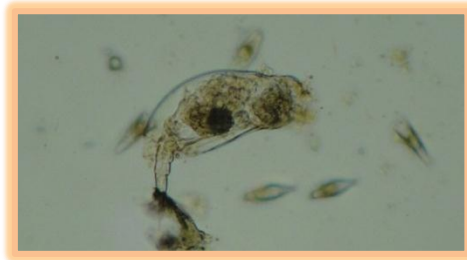
Fotografía 28. *Diffugia* sp



Fotografía 29. *Diffugia lobostoma*



Fotografía 30. *Euglypha ciliata*



Fotografía 31. *Cephalodella* sp1



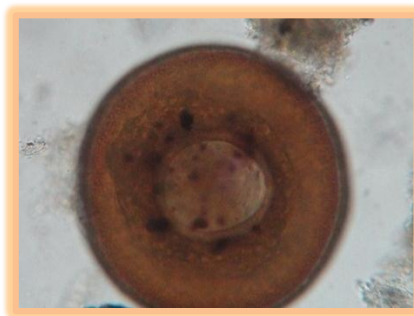
Fotografía 32. *Aelosoma* sp1



Fotografía 33. *Campotocaptus* sp



Fotografía 34. *Campotocaptus sthapillum*



Fotografía 35. *Arcella megastoma*

Anexo 4. Galería de fotos de Macroinvertebrados del Rio Uchusuma-Vila
Vilani



Fotografía 36. Baetidae



Fotografía 37. Chironomidae



Fotografía 38. Simulidae



Fotografía 39 . Chironomidae (Diamesiane)



Fotografía 40. Hyalellidae



Fotografía 41. Planorbidae



Fotografía 43. Elmidae



Fotografía 44. Orden Ephemeroptera (Adulto)



Fotografía 45. Leptoceridae



Fotografía 46. Lumbricidae



Fotografía 47. Hirudinidae

Anexo 5. Galería de Fotos de Peces del Rio Uchusuma-Vila Vilani



Fotografía 48. *Trichomycterus rivulatus*
"bagre"



Fotografía 49. *Orestias empyraeus*
"carachi, callhua"

Anexo 6. Galería de fotos del Rio Uchusuma-Vila Vilani



Fotografía 122. Rio Uchusuma Puente de Alto Perú-Tacna



Fotografía 126. *Río Vilavilani Puente del Pueblo de Vilavilani*



Fotografía 128. *Recolección de las muestras de Agua*



Fotografía 129. *Recolección de Bentos*

Anexo 7. Valores de IDG en orden decreciente de los niveles de contaminación valor del índice que obtenemos podrá variar entre 1 y 5, rango establecido para la clasificación de la calidad de las aguas.

TAXONES	CÓDIGO	SENSIBILIDAD (S)	VARIABILIDAD (V)
Achnantes	ACH	5	1
Amphipleura	AMH	5	3
Amphora	ARA	3	2
Anomoeoneis	ANO	5	2
Asterionella	AST	4	1
Atheva	ATT	2	3
Caloneis	CAL	4	2
Campylodiscus	CAM	5	2
Ceratoneis	CER	5	2
Cocconeis	COC	4	1
Cyclotella	CYC	3	1
Cymatopleura	CMA	4	2
Cymbella	CMB	5	1
Denticula	DEN	5	3
Diatoma	DIA	4	1
Diploneis	DIP	5	1
Epithemia	EPI	5	2
Eunotia	EUN	5	1
Fragilaria	FRA	4	1
Frustulia	FRU	5	2
Gomphoneis	GIS	4	2
Gomphonema	GMA	3	2
Gyrosigma	GYA	4	3
Hantzschia	HAN	1	3
Melosira	MEL	3	1
Meridion	MER	5	1
Navicula	NOR	2	2
Navicula punctatae	NPM	1	2
Navicula (otras)	NAV	3	1
Neidium	NEI	4	3
Nitzschia dissipatae	NID	4	2
Nitzschia (otras)	NIT	1	1
Pinnularia	PIN	4	3
Rhizosoenia	RHI	2	3
Rhoiscophenia	RHO	4	1
Rhopalodia	RHP	4	1
Stauroneis	STA	5	2
Stenopterobia	SIA	5	3
Stephanodiscus	STE	2	1
Surirella	SUR	3	3
Synedra	SYN	3	1
Tabellaria	TAB	5	1
Tetracyclus	TET	5	3
Thalassiosira	THA	2	3

Fuente: AFNOR, tomados de guías de diversidad francesas.

Anexo 8.Valores de tolerancia a de Macroinvertebrados bentónicos utilizados en la determinación de en los valores del Índice Biótico de Familias IBF (Hauer & Lamberte (1996)

Plecoptera		Trichoptera		Diptera	
Gripoterygiidae	1	Brachycentridae	1	Atheriidae	2
Notonemouridae	0	Calamoceratidae	3	Blepharoceridae	0
Perlidae	1	Ecnomidae	3	Ceratopogonidae	6
Diamphinoidae	0	Glossomatidae	0	Chironomidae	7
Austronemouridae	1	Helicophidae	6	Dolichopopidae	4
Eustheniidae	0	Helicopsychidae	3	Empididae	6
Capniidae	1	Hidropsychidae	0	Ephydriidae	6
Chloroperlidae	1	Hydropsychidae	4	Psychodidae	10
Leuctridae	0	Hydroptilidae	4	Simuliidae	6
Nemouridae	2	Lepidostomatidae	1	Muscidae	6
Pteronarcyidae	0	Leptoceridae	4	Syrphidae	10
Taeniopterygidae	2	Limnephilidae	4	Tabanidae	6
		Moldannidae	6	Tipulidae	3
		Odontoceridae	0		
Ephemeroptera		Philopotamidae	3	Amphipoda	
Baetidae	4	Phryg aneidae	4	Gammaridae	4
Baetiscidae	3	Polycentropodidae	6	Talitridae	8
Caenidae	7	Psychomyiidae	2		
Ephemerellidae	1	Rhyacophilidae	0	Isopoda	
Ephemeridae	4	Sericostomidae	3	Asellidae	8
Heptageniidae	4	Uenoidae	3		
Leptophlebiidae	2	Xiphocentronidae	3	Acariformes	4
Metretopodiidae	2				
Siphonuridae	7				
Oligoneuridae	2	Megaloptera		Decapoda	6
Ameletopsidae	2	Corydalidae	0		
Coloburiscidae	3	Sialidae	4	Mollusca	
Oniscigastridae	3			Amnicolidae	6
Potomanthidae	4	Lepidoptera		Chiliniidae	6
Trichorythidae	4	Pyralidae		Lymnaeidae	6
				Spaeridae	8
Odonata		Coleoptera			
Aeshinidae	3	Dryopidae	5	Oligochaeta	8
Calopterygidae	5	Elmidae	4		
Coenagrionidae	9	Psephenidae	4	Hirudinea	
Cordulegastridae	3			Bdellidae	10
Cordullidae	5				
Gomphidae	1			Turbellaria	
Lestidae	9			Platyhelminthidae	4
Libellulidae	9				
Macromiidae	3				

Fuente: Índice Biótico de Familias (IBF), Hilsenhonff(1988).

Anexo 9. Zonificación Ecología y Económica de la Región de Tacna 2007

Cuadro N° 27. Ubicación geográfica de las Estaciones de Muestreo en los recursos hídricos de la región Tacna.

N°	Recurso Hídrico	Punto de muestreo	Coordenadas		Altitud	Fecha	Hora
			Este	Norte			
CUENCA DEL RIO SAMA							
1	Río Ticalaco	Cerca Poblado	390057	8070300	3022	23/11/2006	14:00
2	Río Tarucachi	Cerca Poblado	390246	8061797	2970	23/11/2006	16:00
3	Río Pistala	Puente Pistala	383333	8064950	2425	09/05/2007	09:55
4	Río Chucatama	Cerca Poblado	382527	8065342	2400	09/05/2007	10:00
5	Río Salado	Chucatamani	375746	8067623	2173	09/05/2007	06:45
6	Río Sama	Puente Tala	375592	8067556	2158	09/05/2007	07:35
7	Río Sama	Coruca	343908	8046312	766	20/10/2006	09:00
8	Río Sama	Tomasiri	332094	8018896	303	20/06/2007	16:41
CUENCA DEL RIO LOCUMBA							
9	Manantial Chau	Chaullapujo	352542	8133816	4524	17/04/2007	14:00
10	Río Huaytire	Huaytire	352542	8133816	4524	17/04/2007	16:00
15	Río Callazas	Aricota	368791	8083779	2829	22/11/2006	16:00
16	Río Curibaya	Pueblo	358283	8077894	2413	22/11/2006	16:00
17	Río Curibaya	Chintari	349102	8072023	1714	22/11/2006	16:00
18	Río llabaya	Chejaya	340762	8075689	1456	22/11/2006	09:55
19	Río Locumba	Locumba	313148	8051211	556	22/11/2006	10:00
20	Río Locumba	Panamericana	304557	8043686	396	22/11/2006	06:45
CUENCA DEL RIO UCHUSUMA-CAPLINA							
21	Río Uchusuma	Vilavilani	402967	8026345	3445	22/11/2006	16:00
22	Río Caplina	Calientes	381184	8025568	1315	22/11/2006	16:00
CUENCA DEL RIO MAURE							
23	Río Paucarani	Naciente	421545	8060609	4493	22/11/2006	10:00
24	Río Condorpico	Naciente	421555	8060624	4491	22/11/2006	06:45
25	Río Paucarani	Alto Perú	427022	8056254	4440	22/11/2006	14:00
26	Río Maure	Calachaca	408318	8094526	4290	23/11/2006	16:00
27	Río Kallapuma	Cerca Poblado	421871	8085416	4250	24/11/2006	16:00
28	Río Maure	Challapalca	415781	8094285	4254	25/11/2006	16:00
29	Río Maure	Tripartito	443190	8077694	4086	26/11/2006	09:55
30	Río Caño	Cerca Poblado	442387	8075325	4040	27/11/2006	10:00

Fuente: GRT, 2007

Cuadro N° 28. Principales características físico-químicas de los recursos Hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma

Río Uchusuma		
N°	PARAMETRO	
1	Temp. Agua (° C)	10.5
2	Transparencia (%)	80
3	Conductiv. (mS/cm)	0.64
4	pH	7.65
5	Oxígeno Disuelto (mg/l)	6.25
6	Anhidrido Carbón. (mg/	13.2
7	Alcalinidad (CO3Ca) (rr	71
8	Dureza (CO3Ca) (mg/l)	224.5
9	Carbonatos (mg/l)	0
10	Bicarbonatos (mg/l)	86.64
11	Cloruros (mg/l)	16.68
12	Sulfatos (mg/l)	192.12
13	Fosfatos (mg/l)	0.29
14	Calcio (mg/l)	52.67
15	Magnesio (mg/l)	44.99
16	Sodio + potasio (mg/l)	64.86
17	Salinidad (0/oo)	0.41

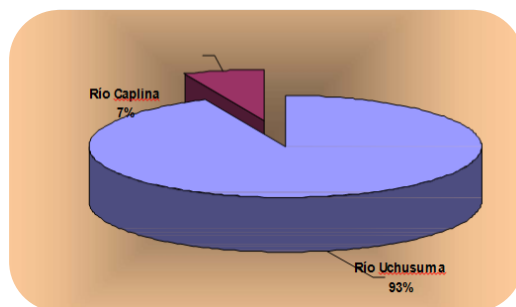
Fuente: GRT,2007

Cuadro N° 29. Diversidad específica y densidad poblacional del fitoplancton de los recursos hídricos de la cuenca del Rio Uchusuma.

Fitoplancton			
N°	Recurso Hídrico	N° Especies	N° cel/L
1	Río Uchusuma	21	4190000

Fuente: GRT,2007

Figura N° 57. Composición porcentual de la densidad poblacional (N° Células/litro) del fitoplancton Rio Uchusuma

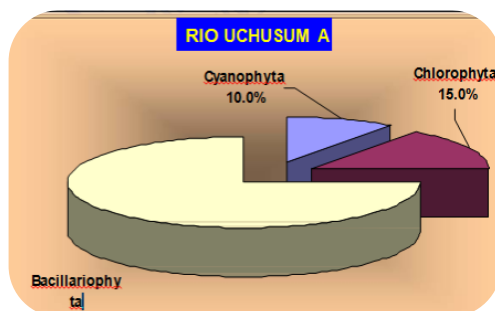


Cuadro N° 36. Número de organismos fitoplanctónicos, según división Taxonómica, de los recursos hídricos de la cuenca del Río Uchusuma.

DIVISION TAXONOMICA	Río Uchusuma
Cyanophyta	2
Chlorophyta	3
Bacillariophyta	15
TOTAL	20

Fuente:GRT,2007

FIGURA .58 Composición porcentual de la densidad poblacional (N° Células/litro) del fitoplancton, según categoría taxonómica, del Río Uchusuma.



Cuadro N° 37. Órdenes taxonómicos y densidad poblacional de macroinvertebrados de los Rio Uchusuma.

Macroinvertebrados			
N°	Recurso Hídrico	N° Ordenes	N° Indiv/m2
19	Río Uchusuma	6	682

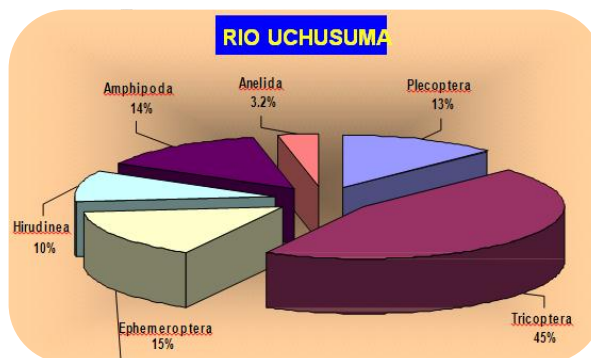
Fuente: GRT, 2007

Cuadro N° 38. Densidad poblacional (N° Indiv./m2) de macroinvertebrados, por grupos taxonómicos, del Rio Uchusuma.

N°	RECURSO HIDRICO	Plecoptera	Tricoptera	Ephemeroptera	Amphipoda	Diptera	Hirudínea	Anelida	TOTAL
1	Río Uchusuma	87	308	104	94		67	22	682

Fuente: GRT,2007

Figura N° 59.Composición porcentual de macroinvertebrados del Rio Uchusuma



Fuente: GRT,2007

Anexo 11. Reporte de Monitoreo Ambiental Minsur 2013-2014

Cuadro 39. Estaciones de Monitoreo para Calidad de Agua Superficial

ESTACIÓN	COORDENADAS UTM(*)		ZONA 19 ALTITUD (m.s.n.m)	DESCRIPCIÓN DE ESTACIÓN
	ESTE	NORTE		
E-3A (**)	414 633	8 031 881	4245	En el sector Fango, aguas arriba del campamento
PVIL (**)	403 963	8 026 347	3143	En la quebrada principal del centro poblado de Vila Vilani

Fuente: Informe De Monitoreo Participativo Unidad Minera Pucamarca

(*) Datum: WGS84, (**) De Acuerdo a la NTP 214.042/2012: CALIDAD DE AGUA dichas muestras se clasifican como Agua Natural- Sub Clase Agua superficial, como consta en los informe de ensayo 27346/2014 y 27347/2014,

Cuadro 40. Monitoreo en el mes diciembre 2014

PAR.	Estaciones de monitoreo			UNIDAD	(*) ECA Categoría 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
	E-3A	PVIL			
	12/12/2014	12/12/2014			
Parámetros de Campo					
Conductividad	492	495	uS/cm	1600	
Oxígeno Disuelto	7,88	6,9	mg/L	>=5	
pH	8,07	8,72	Unidad pH	5,5 – 9,0	
Temperatura	11,7	16,8	°C	-	
Caudal	85898,29	74595	m ³ / día	-	
Parámetros Analizados en Laboratorio					
Solidos Totales Disuelto	296	306	mg/L	1000	
Turbidez	1,03	4,01	UNT	100	
Sulfatos, SO ₄ -2	147,4	150,6	mg/L	**	
Cianuro Libre	<0,001	<0,001	mg/L	0,022	
Cianuro Total	<0,001	<0,001	mg/L	-	
Cianuro Wad	<0,001	<0,001	mg/L	0,08	
Fenoles	<0,001	<0,001	mg/L	0,01	
Fósforo Total	0,136	0,108	mg/L	0,15	
Sulfuros	<0,001	0,005	mg/L	*	
Aceites y Grasas	<0,5	<0,5	mg/L	1	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	<2	<2	mg/L	5	
Demanda Química de Oxígeno	7	11	mg/L	20	
Cromo Hexavalente Total	<0,003	<0,003	mg/L	0,05	

Continua /

Continuación /

PAR.	Estaciones de monitoreo			UNIDAD	(*) ECA Categoría 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
	E-3A	PVIL			
	12/12/2014	12/12/2014			
Metales Totales					
Mercurio (Hg)	< 0,00005	< 0,00005	mg/L	0,002	
Aluminio (Al)	0,036	0,169	mg/L	0,2	
Antimonio (Sb)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	0,006	
Arsénico (As)	0,0857	0,1131	mg/L	0,01	
Bario (Ba)	0,0091	0,0121	mg/L	0,7	
Berilio (Be)	< 0,00004	< 0,00004	mg/L	0,004	
Bismuto (Bi)	< 0,00001	< 0,00001	mg/L	-	
Boro (B)	0,4132	0,3622	mg/L	0,5	
Cadmio (Cd)	< 0,00003	< 0,00003	mg/L	0,003	
Calcio (Ca)	36,23	41,28	mg/L	-	
Cobalto (Co)	< 0,00004	< 0,00004	mg/L	-	
Cobre (Cu)	0,0036	< 0,0003	mg/L	2	
Cromo (Cr)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	0,05	
Estaño (Sn)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	-	
Estroncio (Sr)	0,2024	0,2338	mg/L	-	
Fosforo (P)	0,123	0,102	mg/L	-	
Hierro (Fe)	0,093	0,276	mg/L	1	
Litio (Li)	0,054	0,057	mg/L	-	
Magnesio (Mg)	13,82	15,07	mg/L	-	
Manganeso (Mn)	0,0175	0,0356	mg/L	0,4	
Molibdeno (Mo)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	-	
Níquel (Ni)	< 0,0002	< 0,0002	mg/L	0,025	
Plata (Ag)	< 0,00001	< 0,00001	mg/L	0,05	
Plomo (Pb)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	0,05	
Potasio (K)	8,733	9,153	mg/L	-	
Selenio (Se)	< 0,00005	< 0,00005	mg/L	0,05	
Silicio (Si)	25,52	26,07	mg/L	-	
Sodio (Na)	27,67	29,11	mg/L	-	
Talio (Tl)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	-	
Titanio (Ti)	< 0,001	0,006	mg/L	-	
Uranio (U)	< 0,00001	< 0,00001	mg/L	0,02	
Vanadio (V)	0,0039	0,0058	mg/L	0,1	
Zinc (Zn)	< 0,003	0,009	mg/L	5	
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Fecales	2	2800	NMP/100 mL	2000	
Coliformes Totales	130	2800	NMP/100 mL	3000	
VOCS					
Benceno	<0,001	<0,001	mg/L	0,01	
Etilbenceno	<0,002	<0,002	mg/L	0,3	
m,p- Xileno	<0,004	<0,004	mg/L	-	
o- Xileno	<0,002	<0,002	mg/L	-	
Tolueno	<0,002	<0,002	mg/L	0,7	
Xilenos	<0,006	<0,006	mg/L	0,5	

Fuente: CMP, 2014

Cuadro 41. Monitoreo en el mes setiembre 2014

P.A.R.	Estaciones de monitoreo			(*) ECA Categoría 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
	E-3A	PVIL	UNIDAD	
	12/12/2014	12/12/2014		
Parámetros de Campo				
Conductividad	411	437	uS/cm	1600
Oxígeno Disuelto	9,91	10,55	mg/L	>=5
pH	8,19	8,52	Unidad pH	5,5 – 9,0
Temperatura	8,8	14,9	°C	-
Caudal	45731,5	56953,8	m ³ / día	-
Parámetros Analizados en Laboratorio				
Solidos Totales Disuelto	248	270	mg/L	1000
Turbidez	1,02	7,76	UNT	100
Sulfatos, SO ₄ -2	126,9	135	mg/L	**
Cianuro Libre	<0,001	<0,001	mg/L	0.022
Cianuro Total	<0,001	<0,001	mg/L	-
Cianuro Wad	<0,001	<0,001	mg/L	0.08
Fenoles	<0,001	<0,001	mg/L	0.01
Fósforo Total	0,144	0,148	mg/L	0.15
Sulfuros	<0,001	0,005	mg/L	*
Aceites y Grasas	<0,5	<0,5	mg/L	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno	<2	<2	mg/L	5
Demanda Química de Oxígeno	15	11	mg/L	20
Cromo Hexavalente Total	<0,003	<0,003	mg/L	0,05
Metales Totales				
Mercurio (Hg)	< 0,00005	< 0,00005	mg/L	0,002
Aluminio (Al)	0,028	0,541	mg/L	0,2
Antimonio (Sb)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	0,006
Arsénico (As)	0,0766	0,0829	mg/L	0,01
Bario (Ba)	0,0109	0,0145	mg/L	0,7
Berilio (Be)	< 0,00004	< 0,00004	mg/L	0,004
Bismuto (Bi)	< 0,00001	< 0,00001	mg/L	-
Boro (B)	0,2224	0,2402	mg/L	0,5
Cadmio (Cd)	< 0,00003	< 0,00003	mg/L	0,003
Calcio (Ca)	34,66	41,32	mg/L	-
Cobalto (Co)	< 0,00004	< 0,00004	mg/L	-
Cobre (Cu)	< 0,0003	0,0013	mg/L	2
Cromo (Cr)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	0,05
Estaño (Sn)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	-
Estroncio (Sr)	0,1695	0,1608	mg/L	-
Fosforo (P)	0,152	0,176	mg/L	-
Hierro (Fe)	0,117	0,591	mg/L	1
Litio (Li)	0,039	0,038	mg/L	-
Magnesio (Mg)	9,115	11,85	mg/L	-
Manganeso (Mn)	0,0345	0,0431	mg/L	0,4
Molibdeno (Mo)	< 0,0001	< 0,0001	mg/L	-
Coliformes Fecales	< 1,8	2	NMP/100 mL	2000
Coliformes Totales	4,5	540	NMP/100 mL	3000

Fuente: CMP, 2014

Cuadro 42. Monitoreo en el mes junio 2014

PAR.	Estaciones de monitoreo			UNIDAD	(*) ECA Categoría 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
	E-3A	PVIL			
	12/12/2014	12/12/2014			
Parámetros de Campo					
Conductividad	554	553	uS/cm	1600	
Oxígeno Disuelto	9.14	8.88	mg/L	>=5	
pH	8.51	8.26	Unidad pH	5.5 – 9,0	
Temperatura	2.3	5.9	°C	-	
Caudal	659.6	911.8	L/s	-	
Parámetros Analizados en Laboratorio					
Sólidos Totales Disueltos	397	369	mg/L	1000	
Turbidez	4.17	2.54	UNT	100	
Sulfatos, SO4-2	183.5	175.3	mg/L	**	
Cianuro Libre	ND	ND	mg/L	0.022	
Cianuro Total	ND	ND	mg/L	-	
Cianuro Wad	ND	ND	mg/L	0.08	
Fenoles	ND	ND	mg/L	0.01	
Fósforo Total	0.112	0.114	mg/L	0.15	
Sulfuros	0.002	0.002	mg/L	*	
Aceites y Grasas	ND	ND	mg/L	1	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	ND	ND	mg/L	5	
Demanda Química de Oxígeno	7	13	mg/L	20	
Cromo Hexavalente Total	ND	ND	mg/L	0.05	
Metales Totales					
Mercurio (Hg)	ND	ND	mg/L	0.002	
Aluminio (Al)	0.123	0.45	mg/L	0.2	
Antimonio (Sb)	ND	ND	mg/L	0.006	
Arsénico (As)	0.1353	0.1101	mg/L	0.01	
Bario (Ba)	0.0108	0.0155	mg/L	0.7	
Berilio (Be)	ND	ND	mg/L	0.004	
Bismuto (Bi)	ND	ND	mg/L	-	
Boro (B)	0.5923	0.5289	mg/L	0.5	
Cadmio (Cd)	ND	ND	mg/L	0.003	
Calcio (Ca)	42.56	38.58	mg/L	-	
Cobalto (Co)	ND	ND	mg/L	-	
Cobre (Cu)	ND	ND	mg/L	2	
Cromo (Cr)	ND	ND	mg/L	0.05	
Estaño (Sn)	ND	ND	mg/L	-	
Estroncio (Sr)	0.2758	0.2662	mg/L	-	
Fósforo (P)	0.113	0.115	mg/L	-	
Hierro (Fe)	0.459	0.377	mg/L	1	
Litio (Li)	0.079	0.066	mg/L	-	
Magnesio (Mg)	17	16.23	mg/L	-	
Manganeso (Mn)	0.0663	0.076	mg/L	0,4	
Molibdeno (Mo)	ND	ND	mg/L	-	
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Fecales	4.5	< 1.8	NIMP/100 mL	2000	
Coliformes Totales	23	33	NIMP/100 mL	3000	
VOCS					
Cobalto (Co)	ND	ND	mg/L	-	
Cobre (Cu)	ND	ND	mg/L	2	
Cromo (Cr)	ND	ND	mg/L	0.05	
Estaño (Sn)	ND	ND	mg/L	-	
Estroncio (Sr)	0.2758	0.2662	mg/L	-	
Fósforo (P)	0.113	0.115	mg/L	-	
Hierro (Fe)	0.459	0.377	mg/L	1	
Litio (Li)	0.079	0.066	mg/L	-	

Fuente: CMP, 2014

Cuadro 43. Monitoreo en el mes octubre 2013

PAR.	Estaciones de monitoreo			UNIDAD	(*) ECA Categoría 1 Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional
	E-3A	PVIL			
	12/12/2014	12/12/2014			
Parámetros de Campo					
Conductividad	552	568	uS/cm	1600	
Oxígeno Disuelto	9,24	7,59	mg/L	>=5	
pH	8,76	8,65	Unidad pH	5,5 – 9,0	
Temperatura	10,7	14,7	°C	-	
Caudal	659,6	911,8	L/s	-	
Parámetros Analizados en Laboratorio					
Sólidos Totales Disueltos	344	426	mg/L	1000	
Turbidez	4,36	6,95	UNT	100	
Sulfatos, SO4-2	200,2	197,8	mg/L	**	
Cianuro Libre	ND	ND	mg/L	0,022	
Cianuro Total	ND	ND	mg/L	-	
Cianuro Wad	ND	ND	mg/L	0,08	
Fenoles	ND	ND	mg/L	0,01	
Fósforo Total	0,073	0,086	mg/L	0,15	
Sulfuros	0,005	0,008	mg/L	*	
Aceites y Grasas	ND	ND	mg/L	1	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	ND	ND	mg/L	5	
Demanda Química de Oxígeno	7	7	mg/L	20	
Cromo Hexavalente Total	ND	ND	mg/L	0,05	
Metales Totales					
Mercurio (Hg)	ND	ND	mg/L	0,002	
Aluminio (Al)	ND	ND	mg/L	0,2	
Antimonio (Sb)	ND	ND	mg/L	0,006	
Arsénico (As)	0,1503	0,1234	mg/L	0,01	
Bario (Ba)	ND	ND	mg/L	0,7	
Berilio (Be)	ND	ND	mg/L	0,004	
Bismuto (Bi)	ND	ND	mg/L	-	
Boro (B)	0,621	0,5871	mg/L	0,5	
Cadmio (Cd)	ND	ND	mg/L	0,003	
Calcio (Ca)	44,65	45,49	mg/L	-	
Cobalto (Co)	ND	ND	mg/L	-	
Cobre (Cu)	ND	ND	mg/L	2	
Cromo (Cr)	ND	ND	mg/L	0,05	
Estaño (Sn)	ND	ND	mg/L	-	
Estroncio (Sr)	0,2673	0,2751	mg/L	-	
Fosforo (P)	0,07	0,085	mg/L	-	
Hierro (Fe)	ND	0,257	mg/L	1	
Litio (Li)	0,081	0,076	mg/L	-	
Magnesio (Mg)	19,23	18,73	mg/L	-	
Manganeso (Mn)	0,0521	0,064	mg/L	0,4	
Molibdeno (Mo)	ND	ND	mg/L	-	
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Fecales	79	17	NMP/100 mL	2000	
Coliformes Totales	130	21	NMP/100 mL	3000	
VOCS					
Cobalto (Co)	Benceno	ND	ND	mg/L	
Cobre (Cu)	Etilbenceno	ND	ND	mg/L	
Cromo (Cr)	m,p- Xileno	ND	ND	mg/L	
Estaño (Sn)	o- Xileno	ND	ND	mg/L	
Estroncio (Sr)	Tolueno	ND	ND	mg/L	
Fosforo (P)	Xilenos	ND	ND	mg/L	
Hierro (Fe)	ente: GRT, 2007				
Litio (Li)	0,079	0,066	mg/L	-	

Fuente: CMP, 2014

Anexo 12. Recuento de individuos por especies del fitoplancton del Rio Uchusuma- Vila Vilani.

DIVISIÓN	ESPECIES/ml	Cuantificación de las comunidades del fitoplancton (cél/ml)			
		MAYO	JUNIO	AGOS	OCTU
Bacillariophyta	<i>Achnanthes lanceolata</i>	110	78	42	28
Bacillariophyta	<i>Achnanthes microcephala</i>	91	62	32	39
Bacillariophyta	<i>Amphora ovalis</i>	15	10	4	3
Bacillariophyta	<i>Amphora sp1</i>	15	18	21	13
Bacillariophyta	<i>Amonoeis sp</i>	2	1	7	0
Bacillariophyta	<i>Asterionella formosa</i>	88	154	3	7
Bacillariophyta	<i>Caloneis sp1</i>	2	2	0	1
Bacillariophyta	<i>Campylodiscus sp</i>	0	1	0	0
Bacillariophyta	<i>Cocconeis placentula</i>	4017	3777	233	165
Bacillariophyta	<i>Craticula ambigua</i>	17	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Cymatopleura solea</i>	55	4	26	26
Bacillariophyta	<i>Cymbella afines</i>	0	0	0	2
Bacillariophyta	<i>Cymbella aspera</i>	1	5	0	0
Bacillariophyta	<i>Cymbella cystula</i>	41	5	18	1
Bacillariophyta	<i>Cymbella cymbiformis</i>	56	19	2	9
Bacillariophyta	<i>Cymbella minuta</i>	20	11	68	38
Bacillariophyta	<i>Cymbella lanceolata</i>	1	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Cymbella tumida</i>	6	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Cymbella muelleri</i>	0	0	0	5
Bacillariophyta	<i>Cymbella sp1</i>	13	10	41	24
Bacillariophyta	<i>Denticula elegans</i>	0	1	0	2
Bacillariophyta	<i>Denticula sp1</i>	6	10	2	3
Bacillariophyta	<i>Diatoma vulgare</i>	1884	467	479	674
Bacillariophyta	<i>Diploneis ovalis</i>	1	6	0	0
Bacillariophyta	<i>Diploneis sp1</i>	0	1	1	0
Bacillariophyta	<i>Encyonema sp1</i>	2	18	4	0
Bacillariophyta	<i>Encyonema gracile</i>	0	0	0	2
Bacillariophyta	<i>Entomoreis alata</i>	0	0	1	0
Bacillariophyta	<i>Ephitemia adnata</i>	13	42	85	60
Bacillariophyta	<i>Ephitemia argus</i>	1	6	427	46
Bacillariophyta	<i>Ephitemia turgida</i>	1	5	3	13
Bacillariophyta	<i>Epithemia sp1</i>	3	4	17	14
Bacillariophyta	<i>Ephitemia sorex</i>	0	4	38	32
Bacillariophyta	<i>Eunotia exigua</i>	2	1	10	0
Bacillariophyta	<i>Eunotia praerupta</i>	17	3	1	2
Bacillariophyta	<i>Fragilaria sp1</i>	757	116	222	139
Bacillariophyta	<i>Fragilaria sp2</i>	20	43	20	14
Bacillariophyta	<i>Fragilaria sp3</i>	1	2	5	1

Continúa /

Continuación /

DIVISIÓN	ESPECIES/ml	Cuantificación de las comunidades del fitoplancton (cél/ml)			
		MAYO	JUNIO	AGOS	OCTU
Bacillariophyta	<i>Fragilaria mesolepta</i>	0	0	165	162
Bacillariophyta	<i>Fragilaria cratonensis</i>	70	108	2	6
Bacillariophyta	<i>Frustulia franguellii</i>	33	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Frustulia rhomboides</i>	0	1	0	2
Bacillariophyta	<i>Frustulia saxonica</i>	0	1	0	0
Bacillariophyta	<i>Frustulia sp1</i>	8	6	7	3
Bacillariophyta	<i>Girosigma pattenuatum</i>	0	12	0	0
Bacillariophyta	<i>Girosigma sp1</i>	2	2	0	9
Bacillariophyta	<i>Gomphoneis minuta</i>	7	14	4357	4001
Bacillariophyta	<i>Gomphoneis sp1</i>	23	23	13	8
Bacillariophyta	<i>Gomphonema acuminatur</i>	0	0	5	0
Bacillariophyta	<i>Gomphonema angustum</i>	7	18	8	3
Bacillariophyta	<i>Gomphonema clavatum</i>	3	6	0	0
Bacillariophyta	<i>Gomphonema minuta</i>	5	8	5	0
Bacillariophyta	<i>Gomphonema parvulum</i>	25	27	7	4
Bacillariophyta	<i>Gomphonema productum</i>	3	1	3	0
Bacillariophyta	<i>Gomphonema sp1</i>	29	35	11	7
Bacillariophyta	<i>Gomphonema olivacerum</i>	1	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Gomphonema truncatum</i>	9	13	2	1
Bacillariophyta	<i>Hannaea arcus</i>	3	2	0	0
Bacillariophyta	<i>Hantzschia amphioxys</i>	24	19	0	8
Bacillariophyta	<i>Hantzschia virgata</i>	15	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Luticula sp1</i>	7	9	1	3
Bacillariophyta	<i>Melosira italica</i>	0	0	2	3
Bacillariophyta	<i>Melosira sp1</i>	1	0	19	39
Bacillariophyta	<i>Melosira granulosa</i>	0	0	8	4
Bacillariophyta	<i>Melosira varians</i>	0	0	9	16
Bacillariophyta	<i>Navicula angusta</i>	18	12	11	7
Bacillariophyta	<i>Navicula apugnata</i>	1	22	0	0
Bacillariophyta	<i>Navicula cryptotenella</i>	0	0	6	12
Bacillariophyta	<i>Navicula cryptocephala</i>	113	107	75	55
Bacillariophyta	<i>Navicula charlati</i>	4	5	2	3
Bacillariophyta	<i>Navicula cuspidata</i>	6	5	0	17
Bacillariophyta	<i>Navicula lanceolata</i>	189	86	25	23
Bacillariophyta	<i>Navicula exigua</i>	1	0	0	1
Bacillariophyta	<i>Navicula diceplahala</i>	0	0	0	1
Bacillariophyta	<i>Navicula linearis</i>	4	10	0	0
Bacillariophyta	<i>Navicula mutica</i>	21	14	7	19
Bacillariophyta	<i>Navicula oblonga</i>	1	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Navicula pumila</i>	4	0	1	2
Bacillariophyta	<i>Navicula pupula</i>	3	11	2	2
Bacillariophyta	<i>Navicula rynchocephala</i>	0	0	1	0
Bacillariophyta	<i>Navicula radiosa</i>	91	61	22	48
Bacillariophyta	<i>Navicula salinarum</i>	63	17	1	6

Continua //

Continuación //

DIVISIÓN	ESPECIES/ml	Cuantificación de las comunidades del fitoplancton (cél/ml)			
		MAYO	JUNIO	AGOS	OCTU
Bacillariophyta	<i>Navicula subtilisima</i>	18	2	0	0
Bacillariophyta	<i>Navicula trinpuctata</i>	10	22	419	225
Bacillariophyta	<i>Navicula sp1</i>	63	49	32	32
Bacillariophyta	<i>Navicula veneta</i>	0	0	2	0
Bacillariophyta	<i>Navicula viridula</i>	153	56	9	26
Bacillariophyta	<i>Neidium sp1</i>	9	24	14	4
Bacillariophyta	<i>Nitzschia acicularis</i>	34	6	22	14
Bacillariophyta	<i>Nitzschia amphibia</i>	0	1	2	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia angarica</i>	0	0	7	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia constricta</i>	12	0	1	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia capillenata</i>	6	9	2	8
Bacillariophyta	<i>Nitzschia diversa</i>	12	8	3	4
Bacillariophyta	<i>Nitzschia dubai</i>	0	1	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia dissipata</i>	27	24	4	6
Bacillariophyta	<i>Nitzschia flexa</i>	915	34	30	27
Bacillariophyta	<i>Nitzschia fonticola</i>	1	0	1	3
Bacillariophyta	<i>Nitzschia fossilis</i>	1	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia frustulum</i>	0	0	0	2
Bacillariophyta	<i>Nitzschia fruticosa</i>	0	13	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia gracilis</i>	1	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia tibularia</i>	0	0	0	2
Bacillariophyta	<i>Nitzschia hamgurgensis</i>	5	5	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia haloyii</i>	50	40	13	11
Bacillariophyta	<i>Nitzschia incospicua</i>	1	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia intermedia</i>	4	0	1	5
Bacillariophyta	<i>Nitzschia linearis</i>	61	28	30	32
Bacillariophyta	<i>Nitzschia palea</i>	39	50	24	30
Bacillariophyta	<i>Nitzschia perminuts</i>	2	0	2	1
Bacillariophyta	<i>Nitzschia peruviana</i>	2	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia pumila</i>	9	5	3	3
Bacillariophyta	<i>Nitzschia pusilla</i>	24	21	19	21
Bacillariophyta	<i>Nitzschia recta</i>	94	72	47	25
Bacillariophyta	<i>Nitzschia solita</i>	2	0	2	2
Bacillariophyta	<i>Nitzschia scalaris</i>	45	108	29	26
Bacillariophyta	<i>Nitzschia subacicularis</i>	28	15	12	23
Bacillariophyta	<i>Nitzschia sociabilis</i>	2	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia sp1</i>	36	61	62	63
Bacillariophyta	<i>Nitzschia vermicularis</i>	0	0	5	0
Bacillariophyta	<i>Nitzschia umbonata</i>	4	2	1	1
Bacillariophyta	<i>Pinnularia abaujensis</i>	7	5	1	3
Bacillariophyta	<i>Pinnularia acrosphaesia</i>	17	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Pinnularia dactylus</i>	0	0	0	5
Bacillariophyta	<i>Pinnularia divergens</i>	4	13	0	0
Bacillariophyta	<i>Pinnularia gibba</i>	0	1	1	0

Continua ///

Continuación ///

DIVISIÓN	ESPECIES/ml	Cuantificación de las comunidades del fitoplancton (cél/ml)			
		MAYO	JUNIO	AGOS	OCTU
Bacillariophyta	<i>Pinnularia lata</i>	46	42	2	2
Bacillariophyta	<i>Pinnularia maior</i>	8	7	5	0
Bacillariophyta	<i>Pinnularia microstauron</i>	2	8	0	0
Bacillariophyta	<i>Pinnularia rupestris</i>	11	11	0	0
Bacillariophyta	<i>Pinnularia sp1</i>	22	35	4	6
Bacillariophyta	<i>Pinnularia viridis</i>	25	34	0	3
Bacillariophyta	<i>Rhopalodia gibba</i>	18	30	25	34
Bacillariophyta	<i>Rhopalodia musculus</i>	14	20	10	3
Bacillariophyta	<i>Rhopalodia sp1</i>	0	6	3	2
Bacillariophyta	<i>Roicospeña curvata</i>	84	62	18	26
Bacillariophyta	<i>Stauroneis sp (ex fragila)</i>	15	28	32	18
Bacillariophyta	<i>Stauroneis acuta</i>	5	6	0	0
Bacillariophyta	<i>Stauroneis sp1</i>	8	12	8	3
Bacillariophyta	<i>Sellaphora sp1</i>	0	0	0	1
Bacillariophyta	<i>Surirella linearis</i>	1	0	0	1
Bacillariophyta	<i>Surirella ovalis</i>	16	1	0	0
Bacillariophyta	<i>Surirella ovata</i>	0	4	0	0
Bacillariophyta	<i>Surirella sp1</i>	1	4	2	0
Bacillariophyta	<i>Synedra acus</i>	10	23	2	7
Bacillariophyta	<i>Synedra delicatissima</i>	4	0	0	0
Bacillariophyta	<i>Synedra fructicosa</i>	0	0	1	0
Bacillariophyta	<i>Synedra famelica</i>	2	2	0	0
Bacillariophyta	<i>Synedra fasciculata</i>	19	25	7	8
Bacillariophyta	<i>Synedra pseudogaulardii</i>	49	33	22	10
Bacillariophyta	<i>Synedra gouldardii</i>	85	89	14	12
Bacillariophyta	<i>Synedra pulchella</i>	14	0	0	1
Bacillariophyta	<i>Synedra pumila</i>	0	0	1	0
Bacillariophyta	<i>Synedra radians</i>	50	92	12	31
Bacillariophyta	<i>Synedra rumpens</i>	709	7	6	2
Bacillariophyta	<i>Synedra ulna</i>	177	748	76	32
Bacillariophyta	<i>Synedra sp1</i>	70	38	23	29
Bacillariophyta	<i>Tabellaria sp</i>	4	1	1	0
Cyanobacteria	<i>Anabaena oscillariodes</i>	9	15	19	9
Cyanobacteria	<i>Anabaena sp1</i>	12	33	54	50
Cyanobacteria	<i>Calothrix sp1</i>	29	3	5	0
Cyanobacteria	<i>Chroococcus turgidos</i>	3	7	0	2
Cyanobacteria	<i>Gomphosphaeria aponina</i>	0	2	1	5
Cyanobacteria	<i>Lyngbya martesiana</i>	10	6	0	0
Cyanobacteria	<i>Lyngbya sp1</i>	1	4	0	10
Cyanobacteria	<i>Lyngbya sp2</i>	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Nostoc commune</i>	15	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Nostoc sp1</i>	6	7	0	10
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria subbrevis</i>	0	0	0	3
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria sp1</i>	1	3	8	1

Continua///

Continuación ///

DIVISIÓN	ESPECIES/ml	Cuantificación de las com unidades del fitoplancton (cél/ml)			
		MAYO	JUNIO	AGOS	OCTU
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria sp2</i>	1	2	2	0
Cyanobacteria	<i>Phormidium sp1</i>	1	2	2	7
Cyanobacteria	<i>Plectonema sp1</i>	0	0	0	0
Cyanobacteria	<i>Pseudanabaena sp1</i>	4	6	3	3
Cyanobacteria	<i>Tolypothrix sp1</i>	0	0	5	0
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus angutus</i>	6	5	23	21
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus falkatus</i>	3	5	13	10
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus aciculari</i>	0	1	5	1
Chlorophyta	<i>Closteriopsis sp1</i>	1	5	1	2
Chlorophyta	<i>Closterium ehrenbergui</i>	0	0	0	1
Chlorophyta	<i>Cosmarium botritis</i>	0	0	0	1
Chlorophyta	<i>Enteromorpha prolifera</i>	0	0	0	1
Chlorophyta	<i>Oedogonium sp1</i>	0	0	4	0
Chlorophyta	<i>Oocystis sp1</i>	1	0	0	10
Chlorophyta	<i>Pediastrum boryanum</i>	14	32	3	0
Chlorophyta	<i>Pediastrum duplex</i>	0	0	6	0
Chlorophyta	<i>Pleurococcus sp1</i>	0	6	0	0
Chlorophyta	<i>Stauroneis radians</i>	0	0	4	0
Chlorophyta	<i>Staurastrum tetracerum</i>	0	0	0	5
Chlorophyta	<i>Ulothrix sp1</i>	11	0	1	3
Chlorophyta	<i>Rhizoclonium sp1</i>	0	0	3	0
Euglenophyta	<i>Euglena sp1</i>	3	0	1	0
Euglenophyta	<i>Trachelomona sp1</i>	14	7	3	0
Xanthophyta	<i>Tribonema vulgare</i>	1	4	0	0
Cryptophyta	<i>Uroglena sp</i>	1	0	0	0
TOTAL		61	75	79	65

Fuente: elaboración propia

Anexo 13. Recuento de individuos por especies del Zooplancton del Rio

Uchusuma- Vila Vilani.

ESPECIES/ml	CUANTIFICACIÓN DE LAS ESPECIES DEL ZOOPLANCTON (cél/ml)			
	MAYO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE
<i>Camptocercus rectirostris</i>	0	0	0	0
<i>Macothrix laticornis</i>	1	0	0	0
<i>Pseudochydorus</i> sp1	0	0	0	0
<i>Canthocamptus</i> sp1	4	2	1	1
<i>Anaplectus</i> sp1	1	3	4	2
<i>Anaplectus granulatus</i>	1	0	0	0
<i>Monhystera filiformis</i>	1	1	0	1
<i>Monhystera stagnalis</i>	1	1	0	1
<i>Arcella megastroma</i>	0	0	0	0
<i>Arcella discoides</i>	3	1	2	2
<i>Centropyxis</i> sp1	1	1	2	1
<i>Centropyxis aerofila</i>	0	0	0	0
<i>Centropyxis aculeata</i>	4	2	1	2
<i>Diffugia basillifera</i>	0	0	0	0
<i>Diffugia</i> sp	0	0	1	0
<i>Diffugia lobostoma</i>	1	1	1	1
<i>Assulina minor</i>	1	0	1	0
<i>Euglypha ciliata</i>	1	1	1	1
<i>Trinema enchelys</i>	1	0	1	0
<i>Trinema lineare</i>	1	0	5	4
<i>Trinema</i> sp	0	1	0	1
<i>Brachionus</i> sp1	1	0	0	0
<i>Cephalodella</i> sp1	1	1	0	0
<i>Lecane</i> sp1	2	1	1	1
<i>Lecane luna</i>	1	0	0	0
<i>Lindia</i> sp1	1	0	1	0
<i>Notommata</i> sp1	1	0	0	0
<i>Keratela</i> sp	0	0	0	0
<i>Trichocerca</i> sp1	1	0	0	0
<i>Mytilina</i> sp	0	0	1	1
<i>Rotifero indeterminado</i>	0	1	3	1
<i>Vahlkamphia</i> sp.	0	0	0	1
<i>Platynema</i> sp1	1	0	0	0
<i>Vorticella</i> sp1	7	1	3	1
<i>Frontonia</i> sp	0	0	0	1
<i>Astramoeba</i> sp	0	0	0	0
<i>Aelosoma</i> sp1	2	1	1	1
<i>Cyphodera margaritacea</i>	0	1	1	0
<i>Cyphodera</i> sp	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Recuento de Individuos por Familia del Fitoplancton del Rio Uchusuma- Vila Vilani.

ORDEN	Familia/ml	CUANTIFICACIÓN DE LAS ORGANISMO DE MACROINVERTEBRADOS(Org/mL)			
		MAYO	JUNIO	AGOSTO	OCTUBRE
EPHEMEROPTERA	Baetidae	8	53	10	40
	Leptophlebiidae	5	0	0	0
PLECOPTERA	Perlidae	2	0	0	0
	Leuctridae	0	4	2	4
	Gryopterigidae	21	0	0	0
COLEOPTERA - BRACHIPTERA	Brachycentridae	0	0	0	0
COLEOPTERA	Elmidae (Larva)	0	21	1	1
	Elmidae	132	10	26	92
	Dytiscidae	1	0	0	0
	Dryopidae	0	2	2	8
OLIGOCHAETIDA	Lumbricidae	0	8	0	5
	Hirudinidae	0	2	5	2
	Hirudinidae	0	27	2	0
	Lumbricidae	0	8	11	0
AMPHIPODA	Hyalellidae	40	40	22	153
ACARI	Oxidae	1	0	0	0
	Hydrachnidae	0	1	0	3
MYTILOIDA	Mytilidae	0	0	0	0
TRICOPTERA	Hidroptilidae	0	3	1	0
	Limnephilidae	6	0	0	0
	Leptoceridae	0	0	0	0
	Hydroptilidae	116	0	0	0
	Hidrobiosidae	4	0	0	1
DIPTERA	Chironomidae (Diamesiinae)	111	28	8	10
	Chironomidae	0	20	16	19
	Simuliidae	14	1	2	8
	Empididae	0	0	0	0
	Culicidae	0	1	0	2
	Tabanidae	1	0	0	1
	Tanyponidae	0	0	0	2
	Mudcidae	0	0	0	1
	Muscidae	0	3	1	3
	Tipulidae	1	0	0	0
Ceratopogonidae	5	0	0	0	
HETEROPTERA	Aphelocheiridae	0	0	0	0
VENEROIDA	Sphaeriidae	0	22	2	0
BASOMMATOPHORA	Planorbidae	0	7	0	0
	Planorbidae	0	0	1	1
HIRUDINEA	Hirudinidae	0	1	0	0
VENEROIDA	Sphaeriidae	0	0	1	0
ODONATA	Coenagrionidae	0	0	0	0
SOCOPTERA	Socidae	0	0	0	0
TRICLADIDA	Dugesiiidae	1	0	0	0
	Planariidae	0	0	0	0
NEOTAENIOGLOSSA	Hydrobiidae	5	0	0	0
LUMBRICULIDA	Lumbriculidae	3	0	0	0
ARHYNCHOBDELLIDA	Cyclobdellidae	17	0	0	0
TROMBIDIFORMES	Limnocharidae	15	0	0	0
TUBIFICIDA	Tubificidae	1	0	0	0

Fuente: elaboración propia



Blg. Victor Hugo Carbajal Zegarra

Asesor



Bach. Karen Suhelen Yana Añamuro

Tesista

